

UNIVERSITÉ DE LYON

FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE - N° 211

Travail du Laboratoire de Matière Médicale
de la Faculté Mixte de Médecine et de Pharmacie de Lyon,
du Laboratoire de Chimie de l'Ecole du Service de Santé Militaire
et de l'Ecole Municipale d'Agriculture de Cibeins

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE MINÉRALE DU LAIT DE VACHE

(Variations éventuelles du Phosphore total, du Cholestérol,
du Fer, du Calcium, du Magnésium, et du Potassium,
en fonction de la nourriture, et de la provenance).

THÈSE

POUR LE DOCTORAT DE L'UNIVERSITÉ DE LYON

SECTION DE PHARMACIE

présentée et soutenue publiquement devant la Faculté de Médecine et de Pharmacie

Le 17 Novembre 1934

PAR

Joannès BURLET

Lauréat de la Faculté

Ex-Interne des Hôpitaux de Lyon

Diplômé de Microbiologie

Né le 21 Mars 1908, à LYON (Rhône)



LYON

BOSC Frères, M. & L. RIOU

IMPRIMEURS-ÉDITEURS

42, Quai Gailleton, 42

1934

UNIVERSITÉ DE LYON

FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE - N° 211

Travail du Laboratoire de Matière Médicale
de la Faculté Mixte de Médecine et de Pharmacie de Lyon,
du Laboratoire de Chimie de l'Ecole du Service de Santé Militaire
et de l'Ecole Municipale d'Agriculture de Cibeins

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE MINÉRALE DU LAIT DE VACHE

(Variations éventuelles du Phosphore total, du Cholestérol,
du Fer, du Calcium, du Magnésium, et du Potassium,
en fonction de la nourriture, et de la provenance).

THÈSE

POUR LE DOCTORAT DE L'UNIVERSITÉ DE LYON

SECTION DE PHARMACIE

présentée et soutenue publiquement devant la Faculté de Médecine et de Pharmacie

Le 17 Novembre 1934

PAR

Joannès BURLET

Lauréat de la Faculté

Ex-Interne des Hôpitaux de Lyon

Diplômé de Microbiologie

Né le 21 Mars 1908, à LYON (Rhône)



LYON

BOSC Frères, M. & L. RIOU

IMPRIMEURS-ÉDITEURS

42, Quai Gailleton, 42

1934

PERSONNEL DE LA FACULTE

Doyen honoraire	M. L. HUGOUNENQ
Doyen	M. J. LEPINE.
Assesseur	M. A. MOREL.

PROFESSEURS HONORAIRES

MM. ROQUE, LANNOIS, HUGOUNENQ, ROCHET
BARRAL, ROLLET, PIC, CONDAMIN

PROFESSEURS

Cliniques médicales	MM.	PAVIOT.
Cliniques chirurgicales.....		SAVY.
Clinique obstétricale et Accouchements.....		TIXIER.
Clinique ophtalmologique		BERARD.
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques.....		VORON.
Clinique neurologique et psychiatrique.....		BONNET.
Clinique des maladies des enfants		NICOLAS.
Clinique des maladies des femmes.....		LEPINE (J.).
Clinique d'oto-rhino-laryngologie		MOURIQUAND.
Clinique des maladies des voies urinaires.....		VILLARD.
Clinique chirurgicale infantile et orthopédie.....		COLLET.
Clinique et prophylaxie de la tuberculose.....		GAYET.
Physique biologique, Radiologie et Physiothérapie.....		NOVE-JOSSERAND.
Chimie biologique et médicale.....		COURMONT.
Chimie organique et Toxicologie.....		CLUZET.
Matière médicale et Botanique.....		FLORENCE.
Parasitologie et Histoire naturelle médicale.....		MOREL.
Anatomie		MANCEAU.
Histologie		GILIART.
Physiologie		LATARJET.
Pathologie interne		POLICARD.
Pathologie générale et thérapeutique		HERMANN.
Anatomie pathologique		FROMENT.
Chirurgie opératoire		CADE.
Médecine expérimentale et comparée et bactériologie.....		FAVRE.
Médecine légale		PATEL.
Hygiène		ARLOING (F.).
Pharmacie et Pharmacologie.....		Etienne MARTIN.
Hydrologie thérapeutique et climatologie.....		ROCHAIX.
		LEULIER.
		PIERY.

PROFESSEURS TITULAIRES SANS CHAIRE

Chargé d'un cours d'Anatomie médico-chirurgicale.....	MM.	THEVENOT (Léon)
Chargé d'un cours d'Embryologie.....		NOEL.

CHARGÉS DE COURS COMPLÉMENTAIRES

Chirurgie expérimentale.....	MM.	TAVERNIER.
Stomatologie		PONT.

AGRÉGÉS

MM.	MM.	MM.	MM.
DUMAS	WERTHEIMER	EPARVIER	CREYSEL
DUFOURT	GATE	GUILLEMINET	DE ROUGEMONT
DEVIC	DECHAUME	MORENAS	P. RAVAU
GABRIELLE	BERNHEIM	REBATTU	PIGEAUD
MARTIN (Joseph)	POLLOSSON	REVOL	PONTHUS
ROCHET (Ph.)	CHAMBON	ENSELME	MAZEL
	CIBERT	SEDALLIAN	



EXAMINATEURS DE LA THESE

MM. MANCEAU, président; FAVRE, assesseur,
CHAMBON et REVOL

La Faculté de médecine de Lyon déclare que les opinions émises dans les dissertations qui lui sont présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'elle n'entend leur donner ni approbation ni improbation.

A MA GRAND'MÈRE

A MES PARENTS

En gage de reconnaissance infinie
et de profonde affection.

A MA FEMME

A MA TANTE

A MES MAITRES DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE
ET DE PHARMACIE DE LYON

A MES MAITRES DES HOPITAUX DE LYON

A MES CAMARADES D'INTERNAT

A MON PRÉSIDENT DE THÈSE

MONSIEUR LE PROFESSEUR P. MANCEAU
Professeur de Matière Médicale et de Botanique
Pharmacien Lieutenant-Colonel,
Professeur agrégé du Val-de-Grâce
Chevalier de la Légion d'Honneur

A MES JUGES

MONSIEUR LE PROFESSEUR FAVRE
Professeur d'Anatomie Pathologique
Chevalier de la Légion d'Honneur

MONSIEUR LE PROFESSEUR AGRÉGÉ CHAMBON

MONSIEUR LE PROFESSEUR AGRÉGÉ L. REVOL

En hommage reconnaissant.



Digitized by the Internet Archive
in 2026

AVANT-PROPOS

La documentation qu'il est possible de réunir sur le lait est considérable et elle pourrait, à elle seule, former une bibliothèque : ces travaux si nombreux montrent que l'étude de ce produit a une importance capitale.

En effet, le lait est source de la vie humaine, puisqu'il est le seul aliment du nourrisson et que, de sa composition, dépendra la croissance du jeune.

Et, parmi les composants du lait, les substances minérales n'ont pas à jouer un rôle moindre : aussi est-il intéressant de voir leurs variations et la cause de ces variations.

C'est ce qui a fait l'objet de notre travail.

Nous avons opéré sur des laits de diverses provenances : Ecole d'Agriculture de Cibeins, Drôme, Normandie et laits de mélanges. Nous aurions voulu pousser nos investigations sur d'autres laits, mais nous avons été arrêtés, à notre vif regret, par les difficultés du contrôle de la nourriture des animaux producteurs.

Avant d'aborder l'exposé de notre travail, qu'il nous soit permis d'exprimer ici tous nos remercie-

mènts à ceux qui nous ont aidé et à ceux qui ont pris soin de notre éducation scientifique.

Notre respectueuse gratitude va d'abord à M. le Président HERRIOT qui, en nous confiant des analyses personnelles, puis en nous permettant de travailler en collaboration avec l'Ecole Municipale Lyonnaise d'Agriculture, a reporté sur nous la confiance et la bienveillante amitié qu'il a sans cesse témoignées à notre père.

Nous remercions ensuite bien vivement M. MARSOT et M. BLÉRIOT, Directeurs de l'Ecole de Cibeins, qui ont si obligeamment mis à notre disposition leur autorité et leur compétence, et nous ont ainsi permis d'opérer sur des échantillons bien déterminés provenant d'animaux rigoureusement contrôlés quant à l'alimentation.

Puis, nous exprimerons notre reconnaissance à nos maîtres de la Faculté et des Hôpitaux, qui nous ont guidé au cours de notre carrière scientifique.

M. le Professeur MANCEAU, qui nous fait aujourd'hui l'honneur de présider notre jury, nous a accueilli dans son laboratoire, avec l'amicale bienveillance dont il a toujours fait preuve à notre égard. Ses conseils nous furent précieux, comme ses idées directrices claires et précises. Qu'il veuille bien trouver ici l'expression de notre respectueux attachement et de notre profond dévouement.

Pendant un an, nous avons été Interne en Pharmacie dans le service de M. le Professeur FAVRE et, durant ce temps, trop court à notre gré, nous avons pu nous initier à nombre d'examens microscopiques,

sous l'agréable direction de ce savant maître. Il a bien voulu accepter d'être notre juge : nous l'en remercions bien vivement et l'assurons de toute notre reconnaissance.

M. le Professeur agrégé CHAMBON, avant d'être notre maître à la Faculté, fut notre maître dans les hôpitaux. C'est lui qui nous initia à la pratique du laboratoire et si aujourd'hui nous sommes capable de présenter des résultats analytiques, c'est à lui que nous le devons. Il a su nous inculquer ses idées de précision et nous avons profité de ses qualités de chimiste remarquable. Nous lui présentons ici notre affection respectueuse et nos remerciements bien sincères.

Notre ami et conférencier d'Internat, M. le Professeur agrégé REVOL, nous a sérieusement aidé à préparer le concours de l'Internat en Pharmacie, grâce à ses exposés clairs et complets que nous suivions avec plaisir. Nous adressons à l'ami, au Professeur et au Juge, l'expression de notre reconnaissance et de notre entière sympathie.

Nous n'omettrons pas de remercier les maîtres bienveillants que nous avons trouvé, en les pharmaciens-chefs des Hôpitaux et en particulier M. BOULUD qui nous a souvent aidé de ses sages conseils.

Notre gratitude respectueuse va également à M. le Médecin-Général MORVAN, Directeur de l'Ecole de Santé, qui nous a si aimablement accueilli. Il nous a permis de passer une excellente année à l'Ecole du Service de Santé Militaire. Grâce à ses larges directives, nous avons pu, pendant notre service au Laboratoire de Chi-

mie, non seulement apprendre et nous perfectionner beaucoup, mais encore poursuivre nos recherches personnelles.

Nous n'oublierons pas non plus d'exprimer notre reconnaissance à M. ABRIAL qui s'est depuis fort longtemps occupé de nous très amicalement et nous a incité, très jeune, à faire nos études de pharmacie.

Pendant notre stage à l'Ecole de Santé, M. le Pharmacien-capitaine GRIFFON nous a prodigué ses avis éclairés : il fut notre camarade dans les Hôpitaux et nous lui gardons une amitié sincère en le remerciant bien vivement.

Enfin nous remercions pour l'aide qu'ils nous ont apportée dans l'exécution de notre travail, le personnel et les élèves de l'Ecole d'Agriculture de Cibeins, ainsi que le personnel du Laboratoire de l'Ecole de Santé, notamment M. VOIRET, ingénieur-chimiste.

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE MINÉRALE DU LAIT DE VACHE

INTRODUCTION

Les travaux sur la composition minérale et organique du lait sont innombrables. Il semble toutefois que le côté organique ait retenu plus particulièrement l'attention des auteurs. A la suite des travaux de PORCHER et d'autres, il paraît établi que, en dehors des exceptions connues, la glande mammaire retient énergiquement les substances étrangères à la composition normale du lait. En est-il de même pour les métaux et certains métalloïdes tel le phosphore ?

Voilà le but de nos études et de nos recherches.

PLAN DU TRAVAIL

PREMIÈRE PARTIE

Chapitre I : Historique.

Chapitre II : Choix des méthodes de dosage.

DEUXIÈME PARTIE

Recherches personnelles

Chapitre I : Analyse de la nourriture : 1° d'hiver.
2° d'été.

Chapitre II : Analyse de différents laits :

A) *frais* : Cibeins : 1° hiver.
2° été.

Drôme : 1° hiver.
2° été.

Ecole de santé.

B) condensés.

C) en poudre.

Chapitre III : A) Comparaison avec le lait de femme.
B) Interprétation et discussion des résultats.

CONCLUSIONS

PREMIÈRE PARTIE

CHAPITRE PREMIER

HISTORIQUE

Depuis fort longtemps, on s'est préoccupé de savoir si les aliments absorbés et les médicaments généralement ingérés et, dans quelques cas spéciaux, injectés, avaient une influence sur la composition de la sécrétion de la glande mammaire.

Les différents auteurs ont traité la question sous des angles multiples : les uns ont voulu se rendre compte si certaines substances médicamenteuses ingérées par la mère étaient susceptibles de passer dans le lait et risquaient ainsi de causer des troubles chez l'enfant ou de l'intoxiquer plus ou moins gravement. En corollaire, on a cherché à créer des laits médicamenteux en se servant de la mamelle comme émonctoire pour faire passer certains produits de la mère au nourrisson. D'autres auteurs s'occupant du bétail laitier ont cherché à savoir si les divers matériaux alimentaires avaient une répercussion sur la constitution du lait fourni par les animaux et si certains principes toxiques végétaux pouvant se trouver dans la ration

ne conféraient pas une partie de leur toxicité à ce lait.

En 1790 déjà, en collaboration avec DEYEUX, PARMENTIER (174) qui a touché à tant de questions, comme l'a montré BALLAND (9), avait envisagé aussi l'étude de questions laitières. Il avait nourri des vaches en incorporant aux rations certaines plantes aromatiques, acides ou amères, ou contenant des matières colorantes, et examiné si le lait subissait des modifications.

Mais, à cette époque, il n'était pas en possession de méthodes analytiques précises et, d'autre part, certains éléments du lait étaient peu ou mal connus : aussi s'est-il contenté d'observer, comme l'ont d'ailleurs fait d'autres auteurs après lui, les modifications des caractères organoleptiques : saveur, odeur, couleur.

Depuis ces premières recherches, de très nombreux travaux ont été faits, les uns s'occupant de l'ensemble de la sécrétion lactée, les autres de certains composants seulement, et les conclusions sont souvent contradictoires.

Certains ont vu dans la composition du lait des variations saisonnières, mais sans établir un rapport précis avec les variations saisonnières de la nourriture.

D'autres, plus récemment, ont trouvé des modifications biologiques : modification de la teneur en vitamines, passage de ferments et de microbes, ou de leurs toxines.

D'aucuns ont vérifié l'élimination par la glande mammaire des bases organiques fixes ou volatiles contenues dans certains végétaux ou ingérées comme médicament. Ils ont également étudié l'élimination d'autres corps organiques.

Beaucoup se sont principalement préoccupés des variations des éléments, importants par leur pourcentage dans le lait, tels que beurre, lactose et eau : c'est au sujet de cette dernière que s'est posée la question de la polylactie ou mouillage au ventre qui a donné lieu à une grande controverse, comme nous le verrons plus loin.

Un grand nombre d'auteurs ont donné aussi à l'alimentation une influence considérable sur la composition, notamment minérale, du lait ; ils ont pu vérifier le passage dans celui-ci de nombreux éléments minéraux ajoutés à la ration dans le but d'augmenter les proportions de ces mêmes éléments dans le lait, ou bien donnés comme médicaments.

Enfin, à la suite de PORCHER (184) et de son école, qui dénie à la mamelle à peu près tout rôle comme émonctoire, sans analogie possible avec le rein, des chimistes ont attribué à l'alimentation une influence nulle ou peu importante sur la composition du lait.

Ces désaccords montrent que la question est loin d'être résolue : dans le chapitre consacré à nos recherches personnelles nous nous sommes surtout occupé de la partie minérale, cherchant à voir les variations éventuelles de certains éléments, mais ceux-ci étant considérés en tant qu'éléments chimiques : phosphore, calcium, magnésium, fer et potassium

et dans leur totalité : ce point de vue avait été très peu étudié jusqu'à présent ; le passage de molécules complexes de sels, de combinaisons ou de fonctions fait l'objet de recherches souvent décevantes, de nombreux auteurs.

Avant d'exposer nos résultats, nous donnerons tout d'abord un tableau d'ensemble de ce qui a été fait jusqu'à ce jour, de façon à faire le point sur ce sujet. Nous allons donc voir les opinions des différents auteurs, variables suivant les points de vue envisagés ; c'est pourquoi nous croyons utile de diviser cet historique en plusieurs paragraphes réunis d'après le plan suivant :

- I. — *Variations saisonnières.*
- II. — *Variations biologiques.*
- III. — *Modifications des caractères organoleptiques.*
- IV. — *Elimination des corps organiques.*
- V. — *Variation de la matière grasse, du lactose et de l'eau.*
- VI. — *Elimination des minéraux donnés comme médicaments ou ajoutés à la ration.*
- VII. — *Variations minérales du lait en fonction de la nourriture.*
- VIII. — *Passage dans le lait des minéraux ingérés en grande quantité.*
- IX. — *Le lait a une composition constante, au moins individuelle, qu'on ne peut modifier.*

I. — ROTHÉA (200), RAGSDALE et TURNER (190) signalent que la composition du lait varie avec les saisons, sans dire si cette variation est due au changement de nourriture. BLANCHETIÈRE (22) a examiné des laits au point de vue de leur teneur en sodium, potassium et calcium. Il a observé que sodium et potassium augmentent en été alors que le calcium diminue : il ne lui semble pas que cela provienne des proportions variables de ces éléments dans la ration. Se conformant à l'opinion de HART, STEENBOCK et HOPPERT (100), il attribue la diminution du calcium à un épiphénomène : l'intervention du facteur A ingéré en plus grande quantité et déterminant ainsi une fixation plus grande du calcium dans l'organisme.

ANDREW (5) ayant analysé mensuellement des laits néo-zélandais, a constaté des variations continues dans leur composition, les éléments augmentant du printemps à l'automne et diminuant de l'automne au printemps. Les mêmes variations avaient été précisées vis-à-vis des éléments minéraux par SUPPLEE (217) pour des laits américains. Mais ces périodes s'étant révélées de sens contraire à celles observées en Angleterre, ANDREW a émis l'hypothèse que ces modifications étaient dues aux différences du climat et de l'alimentation. GUICHARD (98) admet que le lait est plus riche l'hiver que l'été, probablement par suite de rations dissemblables.

Pour CRANFIELD, GRIFFITHS et LING (43), l'acide phosphorique est à peu près constant, mais le calcium diminue au printemps et en été.

Enfin, REMINGTON et SUPPLEE (194), faisant des recherches sur la teneur en iode du lait, ont vu des variations saisonnières de cet élément. Ils ont particulièrement étudié l'influence de la nourriture, mais les résultats discordants ne peuvent pas donner de conclusions.

II. — A la suite d'un vœu du Conseil départemental d'Hygiène du Nord, RENAULT et ROLANTS (195), étudiant les pulpes de betteraves, conservées et fermentées en silo, supposent que des ferments ou des produits de fermentation peuvent passer dans le lait et occasionner des gastro-entérites aux enfants nourris avec ces laits. A leur suite, OUDET (172) et AVIRAGNET (6) déconseillent les résidus industriels de betteraves pour la nourriture des animaux, car ces résidus, même desséchés, contiennent une flore microbienne très riche, constituée principalement par des bactéries septiques. En même temps, OUDET a observé une influence très nette de la ration sur la teneur en vitamines du lait. Cette influence avait déjà été signalée par RIVASSEAU (198), puis par SUPPLEE et Dow (218). Ces deux auteurs ayant fabriqué, dans les mêmes conditions, des laits desséchés en hiver et en été, ont constaté dans le lait d'été des propriétés anti-rachitiques et calcifiantes supérieures à celles du lait d'hiver.

III. — PARMENTIER et DEYEUX (175), en de multiples expériences, ont fait absorber à des vaches des plantes très diverses et ont examiné les laits corres-

pondants : la chicorée et l'oseille n'ont donné ni amertume, ni acidité au lait ; la lavande, la sauge et le thym ne lui ont pas communiqué leur arôme. Par contre, l'artichaut, le chardon, l'absinthe et la tanaisie donnaient un lait amer ; l'ail, l'alliaire, le poireau et l'oignon communiquaient également leur odeur, ainsi que l'anis et d'autres semences d'ombellifères. Ils citent aussi le cas d'un nourrisson dont l'urine avait l'odeur d'asperge après que sa mère avait mangé ce légume.

Enfin, ils ont constaté une action colorante sur le lait, provenant de la garance et du safran ; par contre, les betteraves rouges, la gaude et le pastel ne communiquent aucune coloration.

Ces colorations ont été vues à nouveau par d'autres auteurs tels DECHAVANNE (49) pour la rhubarbe, le safran et l'indigo, ou LEPRINCE et LECOQ (135) pour la carotte, le safran et la garance.

Certains, allant plus loin, ont vu le passage non plus des matières colorantes, mais de matières chromogènes incolores, mais pouvant donner des réactions colorées (réaction de Halphen, par exemple) ; nous voyons ainsi démontrer le passage du chromogène du tourteau de coton par STEIN (215), FULMER (86), DUNLOP (64) et SWAWING (219) ; celui du tourteau de sésame est rencontré par ENGEL (170) dans le lait de femme, mais ne l'est pas par THORPE (223), DENOEL (53) et GIULANI (92).

Au sujet des plantes communiquant leur goût au lait, OUDET (172) a fait des constatations positives pour le colza, les tourteaux d'arachide en grande quantité,

le fenugrec et le navet. Des observations analogues ont été faites par LEPRINCE et LECOCQ (135). Ces auteurs se sont aperçu que les labiées et le trèfle donnaient au lait une saveur et un parfum agréable, alors que l'absinthe, le genêt, le colza, la paille d'orge et les feuilles du châtaignier le rendaient amer ou astringent : de même la saveur et l'odeur du lait de femme étaient modifiées par les crucifères et notamment le chou, par l'ail et l'oignon.

DARNIAT (46) signale comme plantes donnant un goût spécial au lait : l'ail, le panais, le trèfle, les labiées, l'anis, l'absinthe, le marron d'Inde, l'artichaut, le sureau et le genêt.

CHEVALLIER et BAUDRIMONT (35) citent les choux, les navets, les poireaux et les oignons.

LAXA (129) a démontré également que les tourteaux de colza des Indes et d'arachides, les racines de navet donnaient mauvais goût au lait et que le tourteau de citrouille et le son de froment donnaient une crème « imbarattable ».

De nombreux travaux ont été effectués quant à l'usage des résidus industriels et des fourrages en état de plus ou moins grande décomposition, employés dans l'alimentation du bétail laitier. Tous les auteurs sont d'accord pour reconnaître qu'une telle nourriture donnait toujours un goût désagréable au lait, en lui conférant quelquefois des propriétés nocives.

Ces observations visent : les drèches [GIRARD, L'HOTE et MAGNIER DE LA SOURCE (91), MONVOISIN (157), OUDET (172), AVIRAGNET (6)].

Les cols, les feuilles et les pulpes de betteraves en décomposition :

LAXA (129), MONVOISIN (157), BABCOCK (7), OUDET (172), VANLERBERGHE (232), AVIRAGNET (6), ANDOUARD et DEZAUNAY (3),

les pailles de blé et de riz moisies :

LAXA (129), OUDET (172),

la mélasse :

LAXA (129), OUDET (172),

les ensilages mal faits :

MONVOISIN (157).

IV. — Nous diviserons ce paragraphe en deux parties :

- a) passage des bases organiques fixes et volatiles ;
- b) passage des corps organiques de diverses séries.

a) Le passage de ces bases est admis par presque tous les auteurs : un seul désaccord existe au sujet des alcaloïdes de l'opium. Tandis que MONVOISIN (157) constate un passage en faible quantité de la morphine et que TORNHILL (224) a pu procurer le sommeil à un enfant en faisant absorber de la teinture d'opium à la mère, FEHLING (73) n'observe ni sommeil, ni constipation en opérant dans les mêmes conditions et VAN ITALLIE (231) ne peut déceler aucune trace de morphine.

De l'atropine en injection sous-cutanée à la mère, a pu, d'après SCHLING (205) provoquer de la dilatation de la pupille chez le nourrisson. BINAGHI (19) et LEPRINCE et LECOQ (135) se sont rendu compte que l'euphorbone des euphorbes passe dans le lait. Les

prêles contiennent un principe alcaloïdique toxique qui a été retrouvé dans le lait par SEELMANN (209), constaté à nouveau par DIBBERN et EICHSTAEDT (56). Ceux-ci ont vu qu'en même temps, la matière grasse augmentait alors que l'extrait sec dégraissé diminuait. Pour EMANUEL (69), le lait contiendrait de la nicotine après consommation par la mère d'un certain nombre de cigarettes, après une quinzaine de celles-ci, le lait serait toxique pour l'enfant.

La quinine passe dans le lait maternel, comme l'ont montré LEPRINCE et LECOCQ (135) et BOULAY, LHUERRE et MITARD (26) ; pour ces derniers, la dose absorbée par le nourrisson est toujours inférieure aux doses thérapeutiques.

Enfin MONVOISIN (157) affirme le passage de la plupart des alcaloïdes : atropine, nicotine, strychnine, quinine et colchicine (cité aussi par LEPRINCE et LECOCQ (135)).

b) Les corps dont nous nous occuperons ici rentrent dans des séries chimiques très différentes. Nous voyons d'abord une série de substances dont le passage peut s'expliquer par des théories de diffusion ou d'affinité pour les graisses : ce sont l'alcool, l'éther et le chloroforme. Le passage de l'éther et de l'alcool, celui-ci en faible quantité, a été constaté par NICLOUX (167-168). Auparavant, le passage de l'alcool avait été nié par STUMPF (216). Les travaux plus récents d'OLow (171) ont montré que la diffusion de l'alcool dans la sécrétion lactée se faisait sensiblement dans les mêmes proportions et le même temps que dans le sang.

Le passage du chloroforme est cité par DARNIAT (46).

L'acide salicylique et ses sels ou éthers ont donné lieu aussi à un certain nombre de travaux.

Le passage de l'acide salicylique est constaté par STUMPF (216) et par MONVOISIN (157). VAN ITALLIE (231) nie celui du salicylate de soude, bien que SCHLING (205) l'ait retrouvé dans l'urine d'un nourrisson dont la mère avait absorbé ce médicament. Il en va de même pour le salol dont VAN ITALLIE (231) n'admet pas le passage, alors que DARNIAT (46) l'a mis en évidence dans le lait, mais à doses très faibles et après ingestion de fortes quantités.

Le passage du chloral, très douteux pour SCHLING (205), est donné comme certain par MONVOISIN (157) et par LEPRINCE et LECOCQ (135).

SCHLING (205) retrouve de l'iode dans le lait après des pansements à l'iodoforme.

LABBÉ et PÉPIN (121) signalent le passage des sulfo-éthers ; CROCHETELLE et STÖCKLIN (45) celui de l'acide sulfo-cyanique caractérisé par une coloration rose au contact du fer des récipients ; MONVOISIN (157), celui de l'antipyrine et de l'urotropine remarqué également par VIGNES (236).

MORAT et DOYON (158) ont observé des accidents de thyroïdisme chez des nourrissons dont les mères étaient traitées par la thyroïdine pour un goitre exophtalmique.

La térébenthine retrouvée par MONVOISIN (157) ne l'avait pas été par VAN ITALLIE (231).

DUBOST (61), en étudiant l'acide hexose-phosphorique et ses sels, a noté que l'ingestion d'hexose-phos-

phates augmentait la teneur du lait en phosphore organique.

Enfin MONVOISIN (157) n'admet pas de variations des phytostérines dans le lait, après absorption de celles-ci.

V. — Beaucoup d'auteurs admettent des modifications du taux de la matière grasse et quelquefois du lactose, suivant les saisons, ces modifications étant conditionnées par les changements de nourriture. C'est l'opinion de CHEVALLIER et BAUDRIMONT (35) qui ont constaté qu'en hiver, le beurre et le sucre de lait augmentaient dans le lait.

CATTELAÏN et BLIECQ (33) ont observé des variations du beurre, mais pas du lactose. Les mêmes observations ont été faites par OUDET (172), par DAVIES et PUGH (48) et par LAJOUX (123). Pour ANDOUARD et DEZAUNAY (3), les pulpes de betteraves augmentent le taux de la matière grasse et du sucre. VINCEY (239) avait augmenté le rendement en lait, ainsi que sa teneur en beurre en nourrissant les vaches avec de l'herbe de prairies irriguées aux eaux d'égout.

D'après JORDAN et JENTER (113), la matière grasse n'est pas influencée par celle de la ration, mais seulement par les hydrates de carbone ingérés, alors que LAXA (129) admet les phosphatides de la glande mammaire comme précurseurs de cette même matière grasse et que LEPRINCE et LECOCQ (135) constatent chez la femme une élévation du taux du beurre grâce à une alimentation riche en albuminoïdes.

L'usage de l'alcool augmenterait, si l'on en croit STUMPF (216), la richesse du lait en matières grasses,

tandis que les proportions des albuminoïdes et du lactose ne seraient pas modifiées. Pour le même auteur, l'iodure de potassium diminuerait la quantité de beurre.

Enfin, LAMI (124) a constaté que le jeûne diminue le beurre et le lactose, en augmentant l'azote.

Un certain nombre d'auteurs admettent des modifications qualitatives de la matière grasse en fonction de l'alimentation.

D'après HENRIQUÈS et HANSEN (102), et COUDON et ROUSSEAUX (42), l'indice d'iode de la matière grasse du lait augmente après absorption d'aliments à indice élevé (l'huile de lin, par exemple). Cet indice augmente également dans le cas de rations insuffisantes, provoquant la mobilisation des réserves adipeuses à indice plus élevé.

MALPEAUX et DOREZ (150) ont constaté également que le tourteau de lin diminuait les acides volatils du beurre.

Nous arrivons maintenant à la question si fortement controversée de l'influence de l'eau sur la quantité et surtout la qualité du lait. Certains auteurs, comme VILLIERS, COLLIN et FAYOLLE (238) sont partisans du mouillage au ventre, c'est-à-dire du mouillage non juridiquement frauduleux, obtenu en faisant ingérer aux animaux de grandes quantités d'eau ou de fourrages très aqueux. D'autres, comme PORCHER (183), sont opposés à cette conception.

L'hypothèse de la polylactie a été soutenue par GIRARD, L'HOTE et MAGNIER DE LA SOURCE (91), par KOCH (116) et, plus récemment par LEPRINCE et LECOCQ (135) et VANLERBERGHE (232). Plus nombreux

sont les auteurs ennemis de cette théorie. Faisant absorber de grandes quantités de drèches aux vaches, VAN ENGELEN et WAUTERS (230) n'ont jamais pu observer de changements appréciables dans la composition du lait. De même MALPEAUX (149) ainsi que LAUDER et FAGAN (127) n'ont constaté aucune action de la part de fourrages plus ou moins aqueux ou de la part de la boisson.

A leur tour, TURNER, SCHAW, NORTON et WRIGHT (228) montrent que l'eau est sans influence.

Enfin, PELLERIN (177) et MONVOISIN (157) s'élèvent fortement contre une polylactie créée de toutes pièces.

VI. — Avant de chercher à voir l'influence des éléments minéraux de la ration sur la composition du lait, les auteurs ont étudié le passage d'un certain nombre de médicaments minéraux dans ce liquide.

LEBRETON (132) a constaté le passage de l'iode et de l'arsenic dans le lait d'ânesse et LABOURDETTE (122) a pu également obtenir des laits iodés et arseniqués. DARNIAT (46), FLAMINI (77) et MONVOISIN (157) sont aussi partisans du passage de l'iode dans le lait.

SCHLING (205) a constaté une élimination d'assez longue durée (24 heures) de l'iodure de potassium dans le lait et LEPRINCE et LECOCQ (135) confirment cette élimination. Le passage du brome des bromures est admis par MONVOISIN (157).

Si nous passons aux métaux, nous voyons que LEBRETON (132) et LABOURDETTE (122) ont, au sujet du mercure, les mêmes opinions, émises à l'égard de l'iode et de l'arsenic. D'autres auteurs, tels que REVEIL (196), SIGALAS et DUPOUY (210), LOUISE et MOUTIER (146),

ont également posé comme certaine la présence du mercure dans le lait, après absorption du métal ou de ses sels.

MONVOISIN (157) admet le passage du plomb.

Certains ont vu passer dans le lait des molécules entières de sels métalliques tels le sulfate de soude (LEBRETON, 132) ou le chlorure de sodium (LABOURDETTE (122).

D'après FUCHS (85), UFFELMANN (229) et ACKERMANN (1), le lait normal ne contient pas de nitrate de potasse ; JENSEN (111) et HENSEVAL et MULLIE (104) ont montré la présence de ce sel dans le lait ,après l'avoir administré aux animaux.

Quelques-uns, comme PARMENTIER et DEYEUX (174) et DARNIAT (46) constatèrent des propriétés purgatives du lait à la suite d'ingestion de gratiole ou d'huile de ricin.

Enfin SWEDIAM (220), BERTIN (77) et BOULEY (27) sont convaincus que l'on peut obtenir et utiliser des laits médicamenteux.

VII. — Beaucoup, dans un ordre d'idées analogues, ont fait des expériences positives, montrant que les constituants minéraux normaux du lait étaient influencés par ces mêmes éléments contenus en plus ou moins grande quantité dans la ration.

Pour SCHRODT et HANSEN (207), pour DAVIES et PROVAN (47) et DAVIES et PUGH (48), l'acide phosphorique du lait augmente lorsque les vaches sont au pâturage.

SANSON (204) aurait pu, ainsi que DE REUIL (54) augmenter le phosphore du lait par addition à l'alimentation de sels anorganiques.

Il semble à VAUDIN (235) qu'une vache nourrie à l'étable, avec une ration riche en graines, donne un lait contenant plus de phosphates.

JENSEN (111) et NEUMANN (165), après administration continue de fourrage à teneur élevée en combinaisons phosphorées organiques augmentent le phosphore organique du lait.

MILLER (155) arrive aux mêmes conclusions, ainsi que ZAYROWSKY (249), celui-ci en ajoutant des phosphates à la ration.

Pour LEPRINCE et LECOQ (135), le phosphate de soude ajouté aux aliments donne un lait plus riche en acide phosphorique.

Les variations du calcium sont parallèles à celles du phosphore, comme l'ont montré DAVIES et PROVAN (47), MILLER (155) et SCHRODT et HANSEN (207).

SCHUTTE-BRUNINGHAUS (208) augmente le calcium du lait en administrant aux vaches de la chaux éteinte ou du phosphate de chaux. ZUCKMAYER (251) obtient les mêmes résultats avec le lait de femme et en utilisant le phosphate tricalcique.

Peu de travaux ont été faits sur le passage du potassium-élément. TRUNINGER (226) a constaté une augmentation de ce corps, chez des vaches nourries avec des fourrages provenant de terrains enrichis en potasse par une fumure au purin : en même temps, apparaissait une diminution du calcaire et de l'acide phosphorique qui avait sa répercussion sur le lait.

SCHRODT et HENSEN (207) ont observé, lorsque les vaches étaient au pâturage, une diminution du potassium dans le lait, par rapport à celui fourni à l'étable.

De nombreux travaux ont été faits pour vérifier le passage du fer.

CHEVALLIER et HENRY (36) administrant à une ânesse de l'oxyde de fer le retrouvent dans le lait.

LEWALD (141) augmente la teneur en fer du lait de chèvre et du lait de femme par administration de perchlorure de fer. BISTROW (20) obtient les mêmes résultats chez les chèvres avec le lactate et avec le citrate de fer. Avec les mêmes lactate ou citrate ou avec le tartrate, DOLAN (57) fait passer dans le lait des quantités assez considérables de fer.

BAHRDT et EDELSTEIN (8), LIEBREICH (142), BUCURA (30) et SCHUTTE-BRUNINGHAUS (208) constatent l'élévation du fer du lait après ingestion de sels de ce métal.

Pour HERPES (105), les sels anorganiques agiraient mieux que les sels organiques.

DORLENCOURT et CALUGAREANU-NANDRIS (58-59) observent une augmentation importante du fer dans le lait de femmes absorbant des sels ferrugineux solubles et notamment du tartrate ferrico-potassique.

Enfin GIORDANI (90) est parvenu au même résultat par injection sous-cutanée de sels de fer.

Un certain nombre d'auteurs n'ont voulu voir les modifications que de l'ensemble de l'édifice salin du lait, se basant pour cela sur le dosage des cendres.

Pour CHEVALLIER et BAUDRIMONT (35), DESBARRIÈRES (55) et pour LINDAHL et HERHODT-PETERSON (144),

les cendres diminuent en été et augmentent en hiver. La proportion des cendres est diminuée, d'après VAUDIN (235) par la nourriture verte. LAJOUX (123) constate que les cendres du lait varient dans le même sens que la minéralisation de la ration et pour VIVIER (240) les betteraves donnent un lait plus riche en cendres que le lait obtenu après alimentation au maïs.

VIII. — Pour de nombreux auteurs les substances minérales apportées par la ration ou ajoutées à celle-ci n'ont une influence sur la qualité du lait qu'autant qu'elles sont ingérées en très grande quantité, et dans tous les cas, les modifications subies par le lait sont très faibles.

Pour DOLAN (57), le carbonate d'ammoniaque, l'antimoine, le bismuth, les bromures passent difficilement dans le lait.

SCHLING (205) a constaté que l'élimination du mercure était très faible et très irrégulière.

De l'avis de STUMP (216), l'iodure de potassium et le plomb ne se retrouveraient dans le lait qu'à l'état de traces. VAN ITALLIE (231) émet la même opinion vis-à-vis de l'iodure de potassium.

Dans sa thèse, DARNIAT (46) note que le sulfate de soude, et l'oxyde de zinc ne passent qu'en quantités minimales et seulement si la mère en a ingéré de fortes doses. Envisageant plus particulièrement l'arsenic, cet auteur conclut que durant un traitement au novarsénobenzol ou à l'acétylarsan, on ne retrouve l'arsenic qu'en petites quantités.

BOULEY (27) est du même avis quant au mercure ; KOLDA (118) admet l'élimination de la plupart des médicaments par le lait, mais il ajoute que cette élimination est toujours très faible.

GILCHRIST (89), qui a fait de l'expérimentation sur du bétail laitier, ne signale que de très petites différences dans la qualité du lait selon que les animaux vivent en prairie ou consomment une alimentation faite soit de drèches données en abondance, soit de fourrage sec ou de graines.

Par addition de sels minéraux aux aliments, LIEBSCHER (143) ne constate que de légères modifications du pourcentage des matières sèches du lait autres que les matières grasses.

Enfin PORCHER (181) a bien insisté sur la résistance de la mamelle au passage des éléments minéraux, et nous résumerons l'opinion de cet auteur en le citant :

« La mamelle fonctionnant normalement n'est pas
« un filtre commode à traverser, et son rôle comme
« émonctoire est même des plus réduits. Ce n'est pas
« un rein, comme on s'est plu parfois à le dire avec
« insistance et, quand elle l'est, ce n'est que dans une
« mesure extrêmement faible. La cellule mammaire ne
« choisit dans ce que lui convoie le sang, que ce qui
« lui est indispensable pour l'élaboration des prin-
« cipes constitutants du lait, elle laisse les autres de
« côté, et s'il est parfois possible de surprendre le
« passage anormal dans le lait d'un composé minéral
« ou organique donné expérimentalement, c'est que
« le sang l'a apporté au tissu mammaire par vérita-
« bles bouffées. »

DREYFUS-SÉE (60) s'est rallié à cette théorie, en recommandant toutefois de se méfier des substances toxiques qui, occasionnellement, pourraient passer dans le lait.

IX. — Nombreux sont les expérimentateurs qui nient le passage des éléments minéraux dans le lait. Ainsi CHEVALIER et HENRY (36) n'ont pu déceler du mercure dans le lait de femmes soumises à un traitement mercuriel. Ces auteurs, ainsi que PÉLIGOT (176) sont arrivés aux mêmes conclusions quant au lait d'ânesse, et BIETT (18) ayant essayé sur des chèvres n'a obtenu comme résultats que la mort de ces animaux.

Après avoir donné à des vaches une ration riche en betteraves (contenant une proportion notable d'azotates) ou après avoir donné 10 grammes de nitrate de potassium par jour, SCHRODT (206) n'a pu trouver aucune trace d'acide nitrique dans le lait ; les expériences pareilles de BODDÉ (23) mènent aux mêmes résultats. BROQUET (29), qui donne à une vache 15 grammes de nitrate de potassium par jour, obtient aussi des résultats négatifs. SZILASI (221), MÖSSLINGER (160) et FRITZMANN (84), qui se sont employés à déceler le passage des nitrates dans le lait, en s'efforçant d'améliorer la réaction à la diphénylamine, concluent à la non-élimination absolue des nitrates par la mamelle.

CHEVALIER et HENRY (36) n'ont pu constater le passage du sulfate de potassium dans le lait.

DOLAN (57) n'a pu déceler, après administration à une nourrice, le bicarbonate de potassium dans son lait. Le ferrocyanure de potassium, donné à la mère, n'a jamais été trouvé dans l'urine du nourrisson par FEHLING (73). Les variations du chlorure de potassium ont, selon WINTER (244), une origine physique : les chlorures ayant une très petite molécule, sont facilement mobilisés et très diffusibles, et ils n'interviennent, rapidement d'ailleurs, que pour amortir les oscillations d'équilibre osmotique du lait.

D'après BARTHE et DUFILHO (11), le chlore du lait de vache ne peut dépasser un chiffre déterminé : il en va de même pour le lait de brebis, à la suite d'expériences de ces auteurs (12).

POUR BECKER, ECKLES et PALMER (14), le taux du phosphore et du calcium reste invariable ; le défaut de ces éléments dans la ration peut créer de l'ostéomalacie mais pas une diminution de la partie minérale du lait.

JENSEN (111) a montré qu'on ne peut augmenter le phosphore dans le lait, après administration de phosphates calciques et magnésiens. SCHUTTE-BRUNINGHAUS (208) également, opérant dans les mêmes conditions, a échoué entièrement. JORDAN (112), FINGERLING (74) en se servant de composés organiques phosphorés sont arrivés aux mêmes conclusions négatives, ainsi que GOLDING et PAINE (93) qui élevaient des vaches dans des pâturages chargés d'engrais riches en phosphates.

Pour le calcium, HUNAEUS (108) a constaté de très grandes différences individuelles dans les laits de femmes ; mais il existe une constante individuelle qui n'a

pu être augmentée par une alimentation riche en phosphates ou en lactate de chaux.

ELVEHJEM, HERRIN et HART (68), s'occupant du fer, concluent que l'on ne peut augmenter la teneur dans le lait de ce métal, même en nourrissant les animaux avec des fourrages contenant deux fois plus de fer que d'autres (telle la luzerne par rapport à la phléole).

HENRIQUES et ROCHE (103) n'ont pas pu non plus modifier ce taux du fer par ingestion ou injection de ses sels.

JENSEN (111), NOTTBOHL et DOERR (170), KUNKEL (120) sont d'accord pour penser que la quantité de ce métal dans le lait ne peut être modifiée par administration de composés ferrugineux.

Un certain nombre d'auteurs, ne s'occupant pas d'un élément en particulier, n'ont également pas vu de modifications dans la composition du lait en fonction de l'alimentation.

Tel est le cas de VAN ENGELEN et WANTERS (230) qui expérimentaient sur des animaux nourris avec des drèches de distillerie. De même, ANDOUARD et DEZAUNAY (3) n'ont pas trouvé de variations des sels minéraux selon que les vaches recevaient de la pulpe de betterave, des betteraves entières ou des rutabagas.

D'après ANDERSEN (2), les variations de l'anhydride phosphorique, de la chaux et de la magnésie sont insignifiantes et ne peuvent être attribuées aux régimes différents des animaux.

Pour FORBES (81), l'emploi de sels minéraux supplémentaires ne semble pas modifier la composition de la sécrétion lactée.

De l'avis de DENIS, SISSON et ALDRICH (52), de OUDET (172), de FRANK (73) et de TELFER (222), les sels minéraux de la ration sont sans influence.

Certains auteurs comme WEISER (243), BOUSSINGAULT et LEBEL (28), MONVOISIN (157), ERF (71), pensent qu'il ne peut y avoir de changements dans la composition du lait si la ration est suffisamment nutritive, si elle contient un minimum indispensable de sels minéraux et si elle répond au besoin énergétique du bétail.

TURNER et HARTMANN (227), ainsi que LEROY (136) ne croient pas que l'alimentation puisse faire varier le taux des éléments minéraux du lait. Cependant, dans certains cas, on peut avoir une diminution de ceux-ci, diminution qui ne proviendrait pas d'une carence alimentaire, mais d'un défaut d'assimilation inhérent à l'animal.

Enfin, faisant des travaux sur la coagulation, KOESTLER (117) a observé que certains laits possédaient une coagulation paresseuse. Or, nous savons que ce phénomène est en partie lié à la présence en plus ou moins grande quantité des sels de calcium (se reporter pour cela à la théorie de BEAU (13) sur la coagulation).

Mais d'après KOESTLER (117), ce manque de calcium ne proviendrait pas de la nourriture, mais d'un facteur individuel, propre à chaque animal.

CHAPITRE II

CHOIX DES MÉTHODES DE DOSAGE

Le but de notre travail n'est pas de rechercher la valeur critique des différentes méthodes analytiques ; d'ailleurs nos dosages étant comparatifs et exécutés toujours dans les mêmes conditions, nous ne ferons que succinctement la mise en parallèle des diverses techniques, en détaillant simplement les méthodes ayant fait l'objet de notre choix.

En dehors des dosages ayant trait au but poursuivi, nous avons effectué un certain nombre d'autres déterminations classiques dans l'analyse des laits : ces déterminations seront données en premier lieu.

Tout d'abord, nous indiquerons que, pour les laits transportés, les échantillons ont été conservés par addition de formol : nous avons préféré ce produit au bichromate de potasse, qui aurait pu rendre plus délicats nos dosages de potassium. L'aldéhyde formique nous a assuré une bonne conservation, à condition de le renouveler de temps en temps, lorsque les produits devaient être gardés longtemps au laboratoire.

Il est bon de n'en mettre que quelques gouttes, si l'on veut ne pas être gêné dans le dosage de la matière grasse.

Comme déterminations courantes, nous avons fait :

Acidité.

Extrait sec.

Cendres.

Matière grasse.

Lactose.

Chlorures.

Azote total.

Constante moléculaire simplifiée.

1° ACIDITÉ. — Nous avons déterminé le degré Dornic des laits par titrage à la soude N/10 en présence de phénolphthaléine.

Pour les laits en poudre, nous avons déterminé l'acidité en acide lactique par le même procédé, en opérant sur une émulsion à titre connu de poudre de lait.

Quant aux fourrages, nous avons opéré comme suit : un poids connu du produit était, en présence d'eau distillée, soumis un quart d'heure au réfrigérant à reflux, de façon à avoir en solution la totalité des acides fixes et volatils. Après filtration et lavage, l'acidité de la solution était titrée et exprimée en acide sulfurique.

2° EXTRAIT SEC. — 20 cmc. de lait sont évaporés au bain-marie bouillant, dans une capsule de porcelaine, jusqu'à consistance pâteuse ferme : la pellicule formée au début à la surface du liquide était percée de

temps en temps au moyen d'une pointe métallique fine. La capsule étant ensuite portée à l'étuve à 95° jusqu'à poids constant.

Pour les laits en poudre et pour les fourrages, l'humidité est déterminée, en mettant à l'étuve à 100°, une quantité déterminée de substance jusqu'à poids constant.

3° CENDRES. — Le résidu de l'opération précédente est porté au four électrique jusqu'à obtention de cendres blanches. Comme le recommandent VAUDIN (235) pour le lait ordinaire et RICHARD (197) pour le lait condensé sucré, il ne faut pas dépasser le rouge sombre, faute de quoi on s'expose à la volatilisation de tout ou partie des chlorures.

4° MATIÈRE GRASSE. — De nombreuses méthodes ont été proposées pour le dosage de la matière grasse dans le lait : méthodes pondérales, volumétriques et corizimétriques.

Nous avons laissé de côté les méthodes approximatives de GERBER, MARCHAND (154), MANGET et MARION (153), de même que certaines méthodes très précises mais trop longues et compliquées, telles que la méthode à l'éponge de BELLIER (16). Nous avons opéré selon la classique méthode pondérale d'Adam.

10 cmc. de lait sont traités dans une boule à décantation par 1 cmc. d'ammoniaque et 20 cmc. de liqueur d'Adam. Après agitation, le mélange est laissé au repos jusqu'à obtention de la séparation en deux couches. L'opération est renouvelée deux ou trois fois. La couche inférieure est ensuite soutirée, et la couche éthérée,

lavée trois fois par décantation avec de l'eau distillée. Cette couche éthérée est recueillie dans un critallisoir taré et on lui ajoute l'éther de pétrole avec lequel on a lavé l'ampoule. Les liquides éthérés sont évaporés et le résidu, représentant la matière grasse de 10 grammes de lait, est pesé.

Pour les laits concentrés, on opère de même après les avoir dédoublés. Les laits en poudre et les fourrages sont épuisés par l'éther de pétrole qu'on évapore ensuite et on pèse le résidu.

5° SUCRE. — Opérant sur des laits de vache, nous avons employé la méthode polarimétrique, du formulaire des Hôpitaux militaires, préconisée par PELLERIN (177) : 25 cmc. de lait sont traités par une égale quantité de réactif citro-picrique. Certains auteurs, tels MUNCHBERG (163), emploient l'acide trichloracétique. On filtre, et le filtrat est passé au polarimètre, au tube de deux décimètres. Le nombre de degrés saccharimétriques lus, multiplié par 4, donne le lactose par litre.

Nous avons opéré de même pour les laits concentrés non sucrés, et les laits en poudre après les avoir amenés à une dilution convenable. Pour les laits concentrés sucrés, nous avons allié la méthode polarimétrique à la méthode réductimétrique, selon la technique donnée par VILLIERS, COLLIN et FAYOLLE (238).

Les sucres des fourrages ont été dosés après épuisement de ceux-ci à l'eau tiède.

6° CHLORURES. — De nombreuses méthodes ont été proposées pour le dosage du chlore dans le lait : elles peuvent se diviser en trois groupes :

celles qui se font directement sur le lait,
celles qui se font sur les cendres,
celles qui se font après défécation.

Pour ces dernières, divers défécants ont été utilisés, parmi lesquels nous citerons l'acide trichloracétique dont l'action à ce point de vue a été étudiée par RODILLON (199) et le ferrocyanure de zinc proposé par RAQUET et KERLEVEO (191). Les chlorures étaient ensuite dosés dans le filtrat par la méthode de Charpentier-Volhard. Cette méthode est pratiquée également par certains auteurs sur la solution nitrique des cendres. Dans cette technique, NORRIS et AMPT (169) préconisent la fusion alcaline et ces auteurs sont les seuls à critiquer la méthode en milieu acide que nous avons employée après tant d'autres et qui sera exposée ci-dessous.

Nous avons en effet utilisé la classique méthode de LAUDAT (125) du dosage des chlorures dans le sang. Cette méthode, cependant bien connue, a été retrouvée par nombre d'auteurs qui ne lui ont apporté que de légères modifications de technique opératoire.

MUNCHBERG (163) et NESENI (164) portent d'abord à l'ébullition le mélange de lait, de nitrate d'argent titré et d'acide nitrique, puis ajoutent ensuite du permanganate de potassium à 10 % jusqu'à obtention du précipité de chlorure d'argent au sein d'un liquide clair.

KAHANE et DUMONT (114) opèrent comme Laudat, mais en mettant de suite une quantité suffisante de permanganate à saturation, et ils titrent ensuite en

présence de toluène qui protège le chlorure d'argent de l'action du sulfocyanure.

ZARIBNICKY (248) emploie la méthode de LAUDAT et conseille, en cas de non-décoloration du permanganate, d'ajouter du sulfate ferreux en solution sulfurique.

Voici maintenant l'exposé de la méthode que nous avons utilisée :

Dans un Erlenmayer de 250 cmc, 5 cmc. de lait sont mis en contact avec 2 cmc. d'acide nitrique, 5 cmc. de nitrate d'argent N/10 et 2 cmc. de permanganate de potasse à saturation. On porte à l'ébullition jusqu'à décoloration du liquide, on ajoute ensuite du permanganate peu à peu jusqu'à ce que la dernière affusion ait de la difficulté à se décolorer. Si à ce moment le liquide n'est pas clair, on rajoute de l'acide nitrique (2 cmc.), puis du permanganate comme précédemment jusqu'à ce que l'on obtienne un liquide clair dans lequel se rassemble le précipité de chlorure d'argent. Après refroidissement on ajoute de l'éther, et on titre par le sulfocyanure de potassium N/10 en présence d'alun de fer ammoniacal : le virage, qui se produit dans la couche inférieure, est toujours très net, par suite du fait que tout le précipité se rassemble à la surface de séparation.

Il peut arriver qu'après la minéralisation nitro-permanganique on se trouve en présence d'un liquide clair, où surnagent des globules graisseux : ces matières grasses ne gênent aucunement le dosage, comme l'ont montré RASNYAK et KELLNER (192), car le résultat ne peut être faussé que par la présence des matières protéiques, comme il résulte des travaux de DUDLEY, HUSBAND et GODDEN (63).

Cette méthode donne des résultats très exacts et est bien supérieure à celle qui consiste à doser le chlore sur les cendres, car même en incinérant à basse température, on n'est jamais absolument sûr de ne pas volatiliser une certaine quantité de chlorures.

Nous avons pu nous rendre compte que cette méthode est d'application très générale et qu'elle peut être appliquée au dosage des chlorures dans toutes les matières organiques : aussi l'avons-nous employée pour les laits en poudre et pour les fourrages.

7° AZOTE TOTAL. — Nous avons employé la méthode de Kjeldahl : 2 cmc. de lait sont additionnés de 10 centigrammes d'oxalate de potasse, de 2 centigrammes de sulfate de mercure et d'environ 5 cmc. d'acide sulfurique pur dans un matras de Kjeldahl : on chauffe jusqu'à décoloration et pendant au moins six heures. L'ammoniaque formée est ensuite titrée après distillation dans l'appareil de Parnas et Wagner. Nous avons opéré de même pour les poudres de lait et pour les fourrages sur 10 centigrammes de substance.

Nous allons maintenant passer aux dosages faisant particulièrement l'objet de notre travail. Ce sont les dosages de :

Phosphore total.

Calcium.

Magnésium.

Potassium.

Fer.

Cholestérol.

Un premier point à préciser est la question de la minéralisation. Opérant sur des quantités assez importantes de produit, nous avons laissé de côté l'oxydation en milieu liquide par différents réactifs, tels que le mélange nitro-sulfurique, l'acide nitrique fumant, le perhydrol, l'acide perchlorique, de même que la minéralisation par la poudre nitratée suivant la technique de MOREAU (159). Nous avons utilisé la méthode par combustion décrite par CROC (44). Le produit à brûler est chauffé au four électrique dans une capsule de platine, vers 600° et ce jusqu'à obtention de cendres blanches. On élimine la silice en reprenant les cendres par deux à trois grammes d'un mélange à parties égales de soude caustique et carbonate de soude : on chauffe jusqu'à fusion ; après refroidissement on reprend par l'acide nitrique dilué, on évapore au bain-marie à siccité, puis on chauffe à l'étuve vers 150° pendant deux heures. On reprend par de l'eau nitrique faible, on filtre et on complète le filtrat à une quantité déterminée.

Sur cette solution nous doserons le phosphore, le calcium, le magnésium, et dans le cas des fourrages, le potassium. Nous avons préféré ce procédé à ceux effectuant les dosages sur un filtrat trichloracétique : SANDERS (203).

1° PHOSPHORE. — Nous ne nous étendrons pas sur les nombreuses méthodes de dosage du phosphore et leurs modifications et ne ferons que citer les auteurs qui s'en sont occupé :

Méthodes pondérales : MANCEAU (151), HIRT (107), TREADWELL (235), POSTERNAK (189), LORENZ et PLUCKER (145), FINKENER (75), Woy (246), VILLIERS et BORG (237), LAUDAT (126), BORDAS et TOUPLAIN (25).

Méthodes volumétriques : LEULIER (138), CANALS (32), COPEAUX (40), DENIGÈS (50), NEUMANN (166), IVERSEN (109-110), BLAIR (21), HEDENHAIN, MAUERMANN et MOLINARI (101), PEMBERTON (178), CLARENS (107), GREGERSEN (94), MACHEBOEUF (148), GUIGUES FISKE et SUBBAROW (76).

Méthodes colorimétriques : BELL et DOISY (15), KRAMER et TISDALL (119), MISSON (156), DENIGÈS (51), MANCEAU et ZIZINE (152), GRIGAUT (96), PENA (179), FISKE et SUBBLAROW (76).

Nous avons employé la méthode suivante décrite par CROC (44) pour les farines, et utilisée avec quelques différences par CHARMILLON (34) pour le marron d'Inde et le grain de maïs.

50 cmc. de la solution des cendres, contenant au plus 0 gr. 10 de P_2O_5 , sont additionnés de 30 cmc. d'acide nitrique pur et de 30 cmc. de $NO^3(NH^4)^2$. On porte à l'ébullition et on ajoute peu à peu du molybdate d'ammoniaque à 3 % jusqu'à précipitation complète des phosphates, ce que l'on reconnaît à ce que le liquide surnageant est incolore. L'ébullition, non tumultueuse, est maintenue pendant environ un quart d'heure. Le précipité est séparé par centrifugation, comme le recommande MOREL (159 bis) ; il est ensuite lavé par centrifugation, d'abord à l'acide nitrique à 3 %, puis au nitrate de potasse à 5 % jusqu'à neutralité absolue. Le précipité est alors dissout, dans de la

soude normale en excès et cet excès est titré en retour par l'acide chlorhydrique normal. Un centimètre cube de soude normale absorbé correspond à 1 mmgr. 348 de phosphore.

2° CALCIUM ET MAGNÉSIUM. — Là aussi nous avons préféré effectuer les dosages sur les cendres plutôt que sur des filtrats trichloracétiques, comme l'indiquent SANDERS (203) ou RAUSCHNING (193), ou après digestion à l'autoclave en milieu alcalin, selon la méthode de CORLEY et DENIS (41), ou encore, après précipitation directe, par l'oxalate dans le lait, suivant la technique de ROTHWELL (201).

Les méthodes classiques de séparation du calcium et du magnésium consistent à précipiter le calcium à l'état d'oxalate de calcium dans des conditions où l'oxalate de magnésie ne précipite pas, puis à doser le magnésium sous forme de phosphate ammoniacomagnésien. Or LEMARCHANDS (133) a montré qu'on avait toujours entraînement d'une plus ou moins grande partie de la magnésie. Aussi, avons-nous employé la technique suivante utilisée par CROC (44) :

La solution des cendres contenant 10 % de chlorure d'ammonium et un excès de phosphate d'ammonium est traitée à 80° par l'ammoniaque à 10 % que l'on ajoute peu à peu jusqu'à précipitation complète du phosphate de chaux et du phosphate ammoniacomagnésien. Il est d'ailleurs indispensable de laisser reposer dix heures environ si l'on veut avoir une précipitation complète à l'état cristallin, ce qui est indispensable pour la précision des résultats. Après filtration, le précipité est lavé à l'ammoniaque à 3 %, puis

à l'alcool à 50° jusqu'à non-alkalinité du filtrat à la phtaléine. Le précipité est dissout dans de l'acide nitrique dilué et dans cette solution azotique on titre l'ammoniaque par la méthode de Kjeldahl, dans l'appareil de Parnas et Wagner. Un centimètre cube d'acide fixé par l'ammoniaque correspond à 2 mmgr. 432 de magnésium.

Cette méthode s'inspire de celles de MOUSSERON (162) et de WOLF et TRAIN (245) ; mais ces auteurs précipitent le calcium à l'état d'oxalate alors que nous avons opéré comme nous le mentionnons ci-dessous :

Le résidu de la distillation précédente est redissout par l'acide nitrique et on y dose le phosphore total, d'où l'on en déduit, par le calcul, le calcium.

Le calcul à effectuer est celui-ci :

Soit n_1 le nombre de centimètres cubes d'acide N/10 fixé par l'ammoniaque. Un centimètre cube correspond à 3 mmgr. 1 de phosphore.

Soit n_2 le nombre de centimètres cubes de soude N fixé dans le précédent dosage du phosphore total. Comme nous l'avons dit plus haut, un centimètre cube correspond à 1 mmgr. 348 de phosphore.

La quantité de phosphore correspondant au calcium est :

$$q = (n_2 \times 1,348) - n_1 \times 3,1)$$

Or 2 P correspondant à 3 Ca :

$$\text{Ca} = \frac{q \times 120}{62}$$

3° POTASSIUM. — Nous avons délaissé les méthodes de dosages à l'état de chloroplatinate ou de chloroaurate ou encore à l'état de perchlorate selon la méthode appliquée par SMITH (211), ROSS (212) et YOE (247). Nous avons, dans tous les cas, employé la technique par précipitation à l'état de cobaltinitrite de LEULIER, VELLUZ et GRIFFON (139-140), décrite en détail ainsi que ses applications dans la thèse de GRIFFON (95).

Voici comment nous avons opéré :

20 cmc. de lait sont déféqués par une égale quantité d'acide trichloracétique à 12 %. Le filtrat est neutralisé en présence de papier de tournesol par du carbonate de lithine. On filtre et le filtrat est acidifié par une ou deux gouttes d'acide acétique pur.

Les laits en poudre sont délayés de façon à obtenir vingt centimètres cubes d'une suspension contenant deux grammes de poudre, puis cette suspension est traitée comme le lait ordinaire.

On met alors dans un tube à centrifuger 2 cmc. de filtrat acide et on leur ajoute une solution à 1/5 faite extemporanément de cobaltinitrite de sodium dans de l'eau acétique à 1 %. Cette solution est ajoutée en quantité telle que la concentration finale en cobaltinitrite soit de 1/20. On agite pour mélanger et on laisse au repos pendant trente minutes, le tube étant strictement vertical pour éviter une précipitation partielle sur les parois. Au bout de ce temps on centrifuge pendant cinq minutes et on décante. Le précipité de cobaltinitrite de potassium obtenu est remis en sus-

pension, au moyen d'un jet de pissette dans environ 5 cmc. du mélange :

Alcool à 95°.....	12 cmc.
Acide acétique glacial.....	4 cmc.
Ether	12 cmc.
Eau distillée.....	6 cmc.

On centrifuge trois minutes et on décante. On renouvelle ces lavages deux fois avec ce liquide, puis une fois avec l'alcool-éther et enfin une fois avec de l'éther pur.

Après évaporation spontanée de l'éther qui imbibe le précipité, on met celui-ci en suspension dans 7 à 10 cmc. de solution de phosphate de soude à 5 %. La mise en suspension est faite au moyen d'un petit agitateur qui restera dans le tube jusqu'à la fin des opérations. Le tube est porté au bain-marie bouillant pendant cinq minutes pour hydrolyse. On obtient ainsi un louche brun jaune plus ou moins foncé dû au phosphate de cobalt formé, peu soluble dans l'excès de phosphate sodique.

Après refroidissement, le liquide d'hydrolyse et les eaux de lavages sont versés dans un bécber contenant déjà 20 cmc. d'une solution de permanganate de potasse à 0 gr. 3 ‰ (dilution extemporanée au 1/10 d'une solution-mère à 3 ‰) et un centimètre cube d'acide sulfurique au 1/4. On agite et laisse reposer une demi-heure. A ce moment l'oxydation est complète et on titre l'excès de permanganate en lui faisant libérer l'iode de 3 cmc. d'iodure de potassium au 1/10 et en titrant ensuite cet iode par l'hyposulfite de soude

N/100. Un témoin de solution permanganique est titré dans les mêmes conditions.

Soit n le nombre de centimètres cubes d'hyposulfite trouvé pour le témoin et n' pour le liquide en expérience, la teneur de la prise d'essai en milligramme de potassium est :

$$x = (n - n') 0,065$$

Il arrive fréquemment que l'on ait affaire à des prises d'essai supérieures à un milligramme : dans ce cas, on opère avec des solutions permanganiques plus concentrées, et on titre avec de l'hyposulfite N/50 : un calcul simple ramène au cas précédent.

Pour les fourrages nous avons opéré exactement de la même façon, la solution nitrique des cendres prenant la place du filtrat trichloracétique.

4° FER. — Le dosage du fer dans les milieux organiques a fait l'objet d'innombrables travaux dont l'exposition sortirait du cadre de notre travail. La plupart de ces travaux sont étudiés dans la thèse de MOREAU (159) et nous ne citerons pour mémoire que les méthodes ayant trait spécialement au lait.

a) molybdomanganométriques : FONTÈS et THIVOLLE (79), DORLENCOURT et CALUGAREANU-NANDRIS (58-59);

b) spectrographiques : ZBINDEN (250);

c) colorimétriques : LESNÉ, CLÉMENT et ZIZINE (137), ELVEHJEM (66), ELVEHJEM et HART (67) (modifications de la méthode de LAPICQUE.

Nous avons utilisé la méthode employée par MOREAU (159) dans le sang de nouveau-né, en la modifiant toutefois quant à la minéralisation. En effet le lait et les

fourrages se calcinant beaucoup plus rapidement que le sang, nous avons pu employer cette technique de minéralisation sans risquer d'avoir tout ou partie de l'oxyde de fer difficilement soluble ultérieurement dans les acides.

Les cendres blanches sont dissoutes à la température de 40 à 50° dans de l'acide chlorhydrique au 1/3. Cette solution est versée dans une capsule de porcelaine avec 10 à 20 cmc. d'acide sulfurique pur et on porte à l'ébullition jusqu'à ce que toute l'eau et tout l'acide chlorhydrique soient évaporés, ce que l'on reconnaît à ce que des fumées blanches se dégagent. On étend d'eau distillée et cette solution ferrique est réduite par le zinc pur jusqu'à ce qu'une goutte ne colore plus en rose la solution de sulfocyanure de potassium. On dose alors le fer par le permanganate de potasse N/200 dont 1 cmc. correspond à 0 gr. 00028 de fer.

Le nombre de centimètres cubes de permanganate doit être diminué de 0 cmc. 6 par 100 cmc. de liquide à titrer, correction correspondant à la quantité de permanganate de potasse N/200 nécessaire pour colorer 100 cmc. d'eau.

5° CHOLESTÉROL. — Nous avons utilisé la méthode colorimétrique qui donne, comme l'ont montré GARDNER et WILLIAMS (87), des résultats comparables à la méthode gravimétrique.

Pour le lait, nous avons employé la méthode de GRIGAUT (97) exactement comme pour le sang :

2 cmc. de lait sont traités par 13 cmc. d'alcool à 60° sodé à 1/200, puis par 20 cmc. d'éther, dans une

ampoule à décantation. Après plusieurs agitations et séparation en deux couches, la couche inférieure est décantée. L'éther est lavé à trois reprises avec 15 cmc. d'eau distillée, puis évaporé. Le résidu est repris par le chloroforme et on fait la réaction de Liebermann avec l'anhydride acétique et l'acide sulfurique, comparativement avec une solution chloroformique étalon de cholestérine.

Les fourrages, eux, sont épuisés par l'alcool absolu au Kumagava pendant quatre heures. L'alcool est ensuite ramené au titre de 60°, puis sodé à 1/200 et enfin traité par l'éther qui, à son tour, est lavé à l'eau comme précédemment. Les proportions d'alcool, d'éther et d'eau doivent être respectées sinon l'on obtient des mélanges qui ne peuvent se séparer par décantation. Une précaution est à prendre dans tous les cas : bien sécher à l'étuve le résidu d'évaporation de l'éther, faute de quoi la réaction de Liebermann est troublée. Pour les fourrages, la chlorophylle n'est pas une gêne, car elle est éliminée par les lavages à l'eau.

DEUXIÈME PARTIE

RECHERCHES PERSONNELLES

CHAPITRE I

ANALYSE DE LA NOURRITURE

Nous avons pu, pour la plupart des laits étudiés, nous procurer les nourritures correspondantes : dans ces aliments nous avons procédé aux mêmes déterminations que dans le lait, de façon à pouvoir nous rendre compte de leur influence sur la sécrétion lactée.

Nous diviserons ces aliments en deux classes :

Aliments d'hiver.

Aliments d'été.

A. — Voici les résultats analytiques obtenus pour la nourriture d'hiver. Ces résultats sont exprimés en grammes pour 1.000.

ÉLÉMENTS MINÉRAUX

	Cendres	K	P total	Ca	Mg	Fe	NaCl
Résidu de mouture du blé	46	12,22	9,651	9,08	5,836	0,19	1,64
Avoines (grains)	40	4,94	4,395	1,69	1,216	0,5361	1,52
Ensilage de maïs (fourrage).....	24	4,29	7,90	3,645	1,159	0,3003	0,107
Tourteau de lin	52	12,87	10,999	3,592	7,004	0,504	0,585
Betterave fourragère	12	4,34	0,430	0,659	0,234	0,0222	0,077
Balles d'avoine et de blé et tourbe mélassé	54	12,09	16,531	4,237	1,751	0,616	4,97
Son fin.....	36	5,85	9,274	1,733	6,225	0,201	1,17
Tourteau d'arachide rufisque extra- blanc	42	11,83	21,244	3,507	2,723	0,218	1,75
Paille	40	8,24	0,835	10,046	2,432	0,276	2,925
Foin	40	4,88	1,768	7,58	2,33	0,388	7,95

AUTRES ÉLÉMENTS

	Acidité sulfurique	N total	Matières grasses	Stérols	Eau	Sucres
Résidu de mouture de blé.....	2,332	23,8	40	2,31	130	Néant.
Avoines (grains)	0,882	12,4	25	0,441	130	Néant.
Ensilage de maïs, fourrage	5,04	4,23	2,74	0,748	725	2,20 sucres réducteurs
Tourteau de lin	2,156	43,4	4,42	0,568	104	Néant.
Betterave fourragère	0,979	3,41	0,27	0,303	889	40 Sac- charose.
Balles d'avoine et de blé et tourbe mélassée	4,9	14	1	1,639	312	Glucose 58,8 Saccha- rose 79,8
Son fin.....	3,332	22,4	25	1,285	158	Néant.
Tourteau d'arachide, rufisque ex- tra-blanc	3,528	78,4	78	0,107	104	Néant.
Paille	1,176	7	5	1,6	140	Néant.
Foin	2,94	22,4	15	3	200	22,72 (Sucre ré- ducteur)

B. — Voici maintenant les chiffres relatifs à l'alimentation d'été :

I

	Cendres	K	P total	Ca	Mg	Fe	NaCl
Herbe (Drôme)	24,6	3,44	1,49	1,59	0,815	0,102	1,379
Herbe (Cibeins)	22,5	3,36	1,39	1,737	0,875	0,201	3,42
Vesce et avoine entière	20,4	3,48	0,78	0,648	0,496	0,0892	2,18
Moha de Hongrie.....	40	6,11	1,35	1,90	1,10	0,118	4,68

II

	Acidité sulfurique	N total	Matières grasses	Stérols	Eau	Sucres
Herbe (Drôme)	1,71	4,402	2,09	1,04	738	Sucres ré- ducteurs 6,28
Herbe (Cibeins)	0,882	4,41	1,127	2,02	775	Sucres ré- ducteurs 2,25
Vesce et avoine entière	2,18	6,42	1,27	1,53	745	Sucres ré- ducteurs 8,5
Moha de Hongrie.....	2,45	11,9	5,46	2,11	454	Néant.

Nous voyons que les chiffres que nous avons trouvés sont généralement en accord avec ceux donnés par différents auteurs.

Voici les chiffres extrêmes relevés dans les travaux de FORBES (80), BALLAND (10), ANDRÉ et DEMOUSSY (4) et LAVALARD (128) :

I

	Cendres	K	P total	Ca	Mg	Fe
Son de blé	44 à 67	12,46	10,504	1,19	5,038	—
Foin de graminées	31,8 à 84	5,249	1 à 2,5	1,634	0,946	0,352
Betteraves	8,8 à 17,4	0,392 à 4,59	0,078	0,817	0,313	—
Paille de blé	28,6 à 69,4	7,4	0,352	1,939	0,528	0,255
Remoulage.....	596	10,38	9,03	0,99	3,88	—
Tourteau de lin	—	11,03	7,16	3,58	4,838	1,43
Tourteau d'arachide	44,4 à 87,5	—	—	—	—	—
Avoine grains	15 à 41	4,01	3,749 à 3,9	0,959	1,13	0,324
Vesce	18,1 à 19,4	—	—	—	—	—
Balle d'avoine	58 à 70	—	—	—	—	—
Maïs fourrage.....	6,4	—	—	—	—	—
Avoine (fourrage sec).....	18,8 à 69	—	—	—	—	—
Mélasse	88,5	—	—	—	—	—

II

	Azote total	Matières grasses	Eau	Sucres
Son de blé.....	20,14 à 24,72	19,5 à 38,5	122 à 171	—
Foin de graminées	5,95 à 16,01	10,5 à 39,5	95 à 184	30
Betteraves.....	0,78 à 4,94	0,5 à 0,6	848 à 928	sucre réducteur
Paille de blé	1,61 à 5,6	9,2 à 16	92 à 145	40 Saccharose
Remoulage	17,04	19,5	96,6	—
Tourteau et d'arachide.....	72,32 à 82,59	59,5 à 104,1	88 à 107,5	—
Avoines grains	1,49 à 17,7	37,5 à 99	100 à 176,2	—
Vesce	6,4 à 10,75	5,6 à 6,2	750 à 807	—
Balle d'avoine.....	1,77 à 3,8	5 à 9	104 à 107	—
Maïs fourrage.....	1,47	3,5	810	40
				sucre réducteur
Avoine (fourrage sec)	11,36 à 28,16	22 à 68,2	78 à 150	—
Mélasse.....	8,68	3,5	84	612 sucres totaux

ANALYSE DES DIFFÉRENTS LAITS

Avant de donner les résultats de nos recherches personnelles nous allons voir les chiffres extrêmes donnés par différents auteurs pour les constituants du lait.

Nous verrons que ces chiffres oscillent entre de très larges limites ; et ceci, joint à nos résultats, nous permettra l'interprétation et les conclusions données plus loin.

Voici les chiffres-limites trouvés par les auteurs pour les constituants du lait qui nous occupent.

	Cendres	K	P total	Ca	Mg	Fe	Stérols	NaCl
Supplee (217).....	7,642 à 7,678	—	—	—	—	—	—	—
Clark (38-39)	—	1,23 à 1,38	0,95 à 0,98	1,13 à 1,17	0,11 à 0,12	—	—	—
Lenstrup (134)	—	—	0,954	—	—	—	—	—
Lesné, Clément et Zizine (137)	—	—	—	—	—	0,0009 à 0,001	—	—
Griffon (95)	—	1,42 à 1,54	—	—	—	—	—	—
Desbarrières (55)	7,2 à 7,4	—	—	—	—	—	—	—
Vivier (240).....	7,5 à 7,9	—	—	—	—	—	—	—
Edelstein et Czonka (65) ..	—	—	—	—	—	0,00004 à 0,00007	—	—
Leroy (136)	—	—	—	—	—	0,003	—	—
Fox et Gardner (82).....	—	—	—	—	—	—	0,151	—
Porcher (180-181) et Chevallier (188).....	—	1,402 à 1,57	0,427 à 1,25	0,485 à 1,28	0,12 à 0,158	—	—	1,58
Guigues (99)	—	—	0,99 à 1,03	—	—	—	—	—
Bunge (31)	—	1,46	—	1,14	—	—	—	—
Pagès (173).....	—	1,60 à 1,91	—	0,857 à 1,428	—	—	—	1,50

	Cendres	K	P total	Ca	Mg	Fe	Stérols	NaCl
Fleisschmann (78)	—	1,436	—	1,148	—	—	—	—
Gérard (88)	—	1,57	—	—	—	—	—	—
Solders (213)	—	1,20	—	1,28 à 1,44	—	—	—	—
Lyman (147)	—	—	—	0,866 à 1,3	—	—	—	—
Leulier, Velluz et Grif- fon (139)	—	1,18 à 1,59	—	—	—	—	—	—
Van Slyke et Bosworth (234)	7,25	1,2 à 1,45	1 à 1,25	1,28 à 1,44	0,113 à 0,13	—	—	—
Lajoux (123)	7,5 à 7,9	—	—	—	—	—	—	—
Sabatie (202)	—	—	—	—	—	—	—	1,89 à 2
Soldner (214)	—	1,324	0,772	1,313	0,115	—	—	—
Balland (10)	5,3 à 6,2	—	—	—	—	—	—	—
Zayrowsky (249)	—	—	0,825 à 1,04	1,05 à 1,2	—	—	—	—
Peña (179)	—	—	0,38 à 0,54	—	—	—	—	—
Bordas et Touplain (25) .	—	—	0,726	—	—	—	—	—
Vaudin (235)	7,05 à 8,6	—	1,28 à 1,58	—	—	—	—	—
Duclaux (62)	7 à 8	—	—	—	—	—	—	—
Bordas et de Racowsky (24)	6,5 à 7,5	—	0,64 à 0,95	—	—	—	—	0,26 à 1,32
Vladesco (241)	—	—	0,36 à 0,867	—	—	—	—	—

Nous allons voir maintenant les chiffres que nous avons trouvés pour les différents laits analysés.

LAIT DE L'ECOLE D'AGRICULTURE DE CIBEINS

Un troupeau de 10 vaches nous a fourni un lait moyen que nous avons analysé à diverses époques : à chacune de ces époques correspondait une nourriture déterminée, donnée aux animaux.

A. — LAITS D'HIVER.

Première expérience :

Nourriture :

1 kg. de résidu de moûture de blé.

40 kg. ensilage de maïs fourrage.

0 kg. 250 tourteau de lin.

5 kg. grains d'avoine.

Bilan des minéraux ingérés en gr. : K = 211,7

P = 350,3

Ca = 164,2

Mg = 60

Fe = 15

Deuxième expérience :

Nourriture :

20 kg. mélange fermenté de tourbe mélassée et de balles d'avoine et de blé, dans la proportion de 8 de balles pour 1 de tourbe.

- 1 kg. de son fin.
- 2 kg. tourteau d'arachide rufisque extra-blanc.
- 1 kg. paille.
- 5 kg. foin.

Bilan des minéraux ingérés en gr. : K = 303,9
P = 392
Ca = 131,4
Mg = 60,7
Fe = 15,1

Nous avons trouvé dans le lait :

	K	P. total	Ca	Mg	Fe	NaCl	Cendres
<i>1^{re} expérience :</i>							
	1,50	0,850	1,460	0,18	0,007	2,19	—
<i>2^e expérience :</i>							
Traite, matin...	1,70	0,957	1,490	0,097	0,0098	1,40	7,5
Traite, soir.....	1,31	0,795	1,228	0,072	0,0112	1,87	7
Moyenne	1,505	0,876	1,359	0,084	0,0105	1,63	7,25

Nous voyons que les chiffres de la première expérience et ceux de la moyenne des deux traites dans la seconde, sont bien analogues, sauf pour le magnésium. On ne peut cependant pas invoquer l'influence de la nourriture composée, dans les deux cas, d'aliments également riches en magnésium.

B. — LAITS D'ÉTÉ.

Première expérience :

Nourriture :

- 1 kg. son fin.
- 15 kg. vesce verte.
- 15 kg. avoine (plante entière verte).
- 10 kg. herbe des pâturages.

Bilan en gr. : K = 143,8
T = 46 57
Ca = 38,5
Mg = 29,7
Fe = 4,8

Deuxième expérience :

Nourriture :

- 0 kg. 250 tourteau d'arachide.
- 0 kg. 250 tourteau de lin.
- 0 kg. 500 de son fin.
- 35 kg. Moha de Hongrie (fourrage vert).
- 10 kg. herbe des pâturages.

Bilan en gr. : K = 256,5
P = 73,8
Ca = 85,6
Mg = 49,6
Fe = 6,3

Nous trouvons dans le lait :

	K	P. total	Ca	Mg	Fe	NaCl	Cendres
<i>1^{re} expérience :</i>							
Traite, matin...	1,28	0,835	1,508	0,194	0,0154	1,63	6,5
Traite, soir.....	1,28	0,696	1,402	0,121	0,0093	1,28	6,5
Moyenne	1,28	0,765	1,455	0,157	0,0123	1,45	6,5
<i>2^e expérience :</i>							
Traite, matin...	1,53	0,840	1,354	0,12	0,0124	1,60	6,5
Traite, soir.....	1,61	0,798	1,500	0,17	0,0132	1,60	7,5
Moyenne	1,57	0,819	1,427	0,145	0,0128	1,60	7

Voici maintenant pour ces laits les résultats des dosages se rapportant à la partie organique.

	Acidité	N. total	Matière grasse	Lactose	C.M.S.	Cholestérol	Extrait sec
Lait d'hiver n° 1..	—	—	34	46,8	72,8	0,187	—
Lait d'hiver n° 2 :							
Matin	19°8	4,06	30	52	68,6	0,173	136
Soir	18°	4,34	33	52	74,2	0,159	146,5
Moyenne	—	4,20	31,5	52	71,4	0,166	141,2
Lait d'été n° 1 :							
Matin	18°15	4	32	48,8	67,9	0,083	118
Soir	18°15	5,11	38	50	65,2	0,136	130,5
Lait d'été n° 2 :							
Matin	18°	4,20	36	51,2	70,2	0,115	124,5
Soir	18°	4,41	38	51,6	70,6	0,130	130,5
Moyenne n° 1	—	4,55	35	49,4	66,5	0,104	124,2
Moyenne n° 2	—	4,30	37	51,4	70,4	0,122	127,5

Les acidités assez élevées proviennent du fait que les laits étaient analysés le lendemain de la traite.

LAITS DE LA DROME

Les analyses ont été faites sur le lait provenant d'un troupeau soumis à deux régimes différents.

A. — Lait d'hiver

Nourriture : 50 kg. de betteraves fourragères fournissant, en gr. :

$$\begin{aligned} K &= 217 \\ P &= 21,5 \\ Ca &= 32,9 \\ Mg &= 11,7 \\ Fe &= 1,1 \end{aligned}$$

B. — Lait d'été.

Nourriture : 40 kg. d'herbe de pâturages fournissant, en gr. :

$$\begin{aligned} K &= 137,6 \\ P &= 59,6 \\ Ca &= 63,6 \\ Mg &= 32,6 \\ Fe &= 4 \end{aligned}$$

Voici les chiffres obtenus pour les éléments minéraux :

	K	P. total	Ca	Mg	Fe	NaCl	Cendres
Hiver .	1,63	0,862	1,101	0,145	0,0168	1,75	—
Eté ...	1,45	1,968	1,414	0,072	0,0176	1,17	7

Chiffres concernant la partie organique :

	Acidité	N. total	Matière grasse	Lactose	C.M.S.	Cholestérol	Extrait sec
Hiver	—	—	40	49,2	70	0,150	—
Eté	20°7	4,13	41	51,2	65,1	0,150	132

LAITS DE MÉLANGE FOURNIS A L'ÉCOLE DE SANTÉ

Ces produits proviennent du mélange par un laitier
de nombreux laits. Nous n'avons donc pas pu connaître la nourriture des animaux.

Partie minérale

	K	P. total	Ca	Mg	Fe	NaCl	Cendres
Lait hiver :							
N° 1.....	1,56	0,916	1,383	0,124	0,0056	1,87	—
Lait été :							
N° 2.....	1,43	0,997	1,388	0,109	0,0084	1,98	6
N° 3.....	1,40	1,914	1,265	0,121	0,0154	1,52	8
N° 4.....	1,41	1,698	1,471	0,145	0,014	1,63	7,25
N° 5.....	1,33	1,577	1,274	0,133	0,0133	1,52	9,5
N° 6.....	1,41	1,496	1,048	0,145	0,0196	1,63	6,75
N° 7.....	1,41	0,795	1,003	0,168	0,0154	1,75	6,5
N° 8.....	1,37	0,795	0,944	0,162	0,0112	1,98	6,5
N° 9.....	1,42	0,795	0,963	0,152	0,0168	1,87	6,5
N° 10.....	1,27	0,808	1,057	0,145	0,0113	1,98	7
N° 11.....	1,35	0,525	1,419	0,097	0,0109	1,75	6,5
N° 12.....	1,48	0,768	1,689	0,170	0,0151	1,75	6,5

Partie organique

	Acidité	N. total	Matière grasse	Lactose	C.M.S.	Cholestérol	Extrait sec
Lait hiver :							
N° 1.....	—	—	31	53,6	75,8	0,120	—
Lait été :							
N° 2.....	16°4	4,69	37	47,2	70,7	0,100	113,5
N° 3.....	16°8	3,64	38,5	45,2	63,2	0,100	127,5
N° 4.....	20°	5,67	36	45,2	64,5	0,093	139
N° 5.....	15°3	4,34	37,5	47,2	65,2	0,083	126,5
N° 6.....	13°5	4,20	35,5	44,8	64,1	0,107	120,5
N° 7.....	12°1	4,20	39	48	68,8	0,150	118
N° 8.....	14°8	4,27	37	45,6	69,1	0,107	112,5
N° 9.....	16°6	4,34	34	47,6	69,8	0,125	113,5
N° 10.....	13°5	4,55	36	45,2	68,7	0,107	115,5
N° 11.....	13°	4,83	35	45,2	66	0,115	114
N° 12.....	12°15	4,62	38	46	66,8	0,136	117

LAITS PRÉPARÉS

A titre de comparaison nous avons procédé aux mêmes déterminations que précédemment sur des laits préparés, de différentes marques.

A. — *Laits stérilisés.*

	Lait stérilisé Normandie (hiver) n° 1	Lait naturel homogénéisé stérilisé (hiver)	Lait stérilisé Normandie (hiver) n° 2
K	1,59	1,65	1,64
P. total.....	0,820	0,781	1,051
Ca	1,152	1,350	1,396
Mg	0,110	0,161	0,121
Fe	0,0028	0,0133	0,0102
NaCl	1,40	2,04	1,52
Cendres	7	7	7
Acidité	15°3	15°3	15°3
N. total.....	4,34	4,27	5,26
Matière grasse..	38	35	35
Lactose	48	47,2	45,2
C. M. S.....	64,7	71,4	63,2
Cholestérol	0,187	0,150	0,200
Extra't sec.....	130	130,5	140,5

B. — *Laits condensés.*

	Lait concentré non sucré (hiver) n° 1	Lait concentré non sucré (hiver) n° 2	Lait concentré sucré (hiver)
K	3,36	3,39	2,50
P. total.....	2,399	2,898	2,698
Ca	2,152	2,413	2,214
Mg	0,240	0,243	0,241
Fe	0,0168	0,0182	0,0252
NaCl	3,10	2,92	3,81
Cendres	15	16	23,9
Acidité (en acide lactique)	1,71	3,42	3,91
N. total.....	—	10,71	14,32
Matière grasse...	92	78	102,3
Lactose	108	100	129,7
Saccharose	—	—	413
Cholestérol	0,375	0,214	0,407
Extrait sec.....	—	317,5	760

C. — *Laits en poudre.*

	N° 1	N° 2
K	14,95	15,08
P. total.....	15,097	7,117
Ca	10,644	9,524
Mg	0,972	1,104
Fe	0,0952	0,1512
NaCl	12,87	17,14
Cendres	68	66
Acidité (en acide lactique)	14,4	16,2
N. total.....	50,4	44,8
Matière grasse...	115	120
Lactose	460	460
Cholestérol	1,071	1
Eau	26	30

CHAPITRE II

A. — COMPARAISON AVEC LE LAIT DE FEMME

Nous avons vu au chapitre précédent que les variations de certains composants minéraux du lait étaient assez grandes. Cependant leurs quantités sont encore bien supérieures à celles du lait de femme. C'est ce que l'on voit, si l'on se rapporte au tableau ci-dessous qui met en parallèle les chiffres extrêmes des minéraux du lait de vache et du lait de femme.

Pour ce dernier, les résultats que nous citons sont ceux obtenus par HESS et HOLMANN (106), LENSTRUP (134), DORLENCOURT et CALUGAREANU-NANDRIS (58), LESNÉ, CLÉMENT et ZIZINE (137), et enfin PORCHER (181).

Lait de femme			Lait de vache			
			Chiffre des auteurs		Nos chiffres	
K	0,52	à 0,55	1,18	à 1,91	1,27	à 1,70
P total.	0,0816	à 0,174	0,36	à 1,58	0,525	à 1,968
Ca	0,25	à 0,285	0,485	à 1,44	0,944	à 1,689
Fe	0,00075	à 0,00707	0,00004	à 0,13	0,005	à 0,0196

Nous voyons ainsi que du lait de vache, donné à un jeune enfant, lui apporte toujours une quantité d'éléments minéraux supérieure à celle du lait maternel. Or certain métaux, tels le potassium, ont une certaine toxicité vis-à-vis de l'enfant. Le potassium, en effet, peut, à dose suffisante, provoquer des gastro-entérites plus ou moins graves dont l'origine est souvent méconnue. MOURIQUAND (161) a d'ailleurs montré l'importance de ces éléments minéraux pour la croissance du jeune.

Il était donc intéressant de chercher à se rendre compte si, par l'alimentation des animaux, on pouvait faire varier la composition minérale du lait, de façon à s'approcher le plus possible du lait de femme ou, tout au moins, à rester en deçà de la dose toxique de métal.

C'est ce qui a fait l'objet de notre travail et nous allons voir maintenant comment on peut interpréter les résultats que nous avons obtenus.

B. — INTERPRÉTATION ET DISCUSSION DES RÉSULTATS

Les éléments minéraux du lait sont, comme nous l'avons vu, très variables d'un animal à l'autre et, pour une certaine part, caractérisent l'individualité de l'animal.

Mais, pour un animal ou un lot d'animaux déterminés, les variations minérales dues à la nourriture sont en général, et sauf quelques cas particuliers, assez faibles, puisque les cendres restent aux environs de 7 ‰. Voyons comment se comportent les différents éléments étudiés en fonction des différentes nourritures.

1° PHOSPHORE. — Dans les expériences faites à Cibeins, nous voyons le phosphore du lait varier dans le même sens que celui de la nourriture, mais ses variations sont proportionnellement beaucoup plus faibles dans le lait que dans les aliments. Il diminue de l'hiver à l'été pour augmenter légèrement ensuite à la fin de cette saison, moment où les vaches reçoivent à nouveau des tourteaux.

Pour les dosages faits sur les laits de la Drôme, le phosphore total s'élève de façon considérable de l'hiver à l'été. Ceci paraît absolument opposé à l'expérience précédente ; en réalité, les vaches ont passé brusquement d'un régime très pauvre en phosphore (betteraves : 0,43 ‰) à un régime beaucoup plus riche (herbe : 1,49 ‰) ; d'autre part, il est vraisemblable que les besoins de l'animal en phosphore n'étaient pas satisfaits pendant la période d'hiver.

Les laits fournis à l'Ecole de Santé sont, en général, beaucoup plus pauvres en phosphore l'été que l'hiver, ce qui paraît normal, puisque les aliments d'été sont plus pauvres en phosphore que ceux d'hiver.

2° CALCIUM. — Au contraire du phosphore, le calcium augmente légèrement l'été, malgré une nourriture moins riche en cet élément. Cela provient vraisemblablement, comme l'ont montré BLANCHETIÈRE (22), LEROY (136) et FORBES (81), du fait que le facteur A et le facteur D, ingérés en plus grande quantité pendant la période estivale, facilitent la fixation du calcium par l'organisme.

3° MAGNÉSIUM et FER. — Ces éléments ne semblent absolument pas influencés par l'alimentation et nous n'avons, au cours de notre travail, rien trouvé qui puisse expliquer leur variation.

Pour le fer, DORLENCOURT et CALUGAREANU-NANDRIS (59) avaient déjà observé dans le lait de femme des variations importantes au cours d'une même journée sans pouvoir les expliquer par aucune loi : ils avaient de même observé l'indépendance absolue des deux seins, quant au rythme de cette élimination.

Les variations du fer ont d'ailleurs peu d'importance puisque, comme l'ont montré de nombreux auteurs déjà cités et à leur suite Mlle WEILL (242), le lait contient toujours des quantités de métal insuffisantes pour le nourrisson ; mais l'anémie par manque de fer ne se produit pas tant que l'enfant possède ses réserves de fer. EDELSTEIN et CZONKA (65) expliquaient les variations du fer par le fait que le lait était recueilli et conservé dans des récipients en fer. Nous avons analysé des laits stérilisés qui étaient restés longtemps dans des boîtes métalliques : par ailleurs, les laits de Cibeins et ceux de la Drôme ont été re-

cueillis dans des vases de verre. Nous n'avons pas trouvé de variations correspondantes du lait.

4° POTASSIUM. — Nos chiffres analytiques montrent que ce métal suit fidèlement dans le lait les variations qu'il subit dans les aliments.

En effet, nous voyons que les laits de Cibeins, provenant de vaches absorbant une nourriture riche en potassium, contiennent une proportion assez forte de cet élément. Cette quantité diminue lors d'une nourriture verte : herbe, avoine, vesce, pour remonter ensuite lorsque les animaux sont soumis au régime des tourteaux, pour une part, et d'un fourrage vert artificiel (moha de Hongrie) plus riche en potassium que l'herbe de pâturage ordinaire.

De même, dans les laits de la Drôme, le potassium diminue sensiblement de l'hiver à l'été, lorsqu'on passe de l'alimentation par les betteraves à l'alimentation par l'herbe, c'est-à-dire lorsque le bétail passe d'une consommation importante en potassium à une consommation plus faible.

Les laits de mélange, également, contiennent moins de potassium en été qu'en hiver.

Il apparaît donc, d'après nos résultats, que la quantité de potassium contenue dans le lait est influencée plus par la proportion de cet élément dans les aliments que par tout autre facteur, notamment l'individualité des animaux.

Cela semble d'ailleurs normal d'après les travaux d'ANDRÉ et DEMOUSSY (4) : ces auteurs, en effet, ont

montré, chez les végétaux terrestres, la grande faculté de diffusion du potassium, conformément à l'expérience de Graham.

5° CHOLESTÉROL. — Le cholestérol du lait est en moyenne plus élevé l'hiver que l'été ; mais ses variations semblent indépendantes de l'alimentation. La teneur en cholestérol est vraisemblablement influencée, selon l'avis de Fox et GARDNER (82) par l'individualité, la race et la proportion de graisse du lait (la matière grasse du lait, en effet, tient en solution une grande partie du cholestérol).

Nous voyons ainsi que l'influence de l'alimentation n'est pas générale pour tous les éléments considérés : certains sont variables, alors que d'autres sont indépendants de la nourriture.

Si l'on évalue dans le lait les rapports des minéraux

entre eux, $\frac{P}{K}$, $\frac{Mg}{Ca}$: Fe, etc., on voit que ces rapports

ne peuvent en aucun cas se comparer avec ceux évalués dans les bilans alimentaires. Par suite de cette discordance, nous n'avons pas cru devoir établir les rapports.

CONCLUSIONS

Nous avons, dans des laits d'hiver et dans des laits d'été, dosé le potassium, le calcium, le magnésium, le phosphore total, le fer et le cholestérol. Nous avons dosé ces mêmes éléments dans les aliments du bétail et nous avons cherché à voir si la composition minérale de l'alimentation avait une influence sur la composition du lait.

I. — Sauf en ce qui concerne le potassium et un peu le phosphore, les rapports des corps minéraux contenus dans le lait sont indépendants des rapports des corps minéraux contenus dans l'alimentation.

Les proportions de magnésium, de fer et de calcium du lait dépendent non pas de la composition minérale de la nourriture, mais de facteurs divers tels que l'individualité, la race, ou, pour le calcium, l'ingestion en plus ou moins grande quantité du facteur A. De même la teneur en cholestérol n'est pas influencée par l'alimentation.

II. — Le phosphore total suit dans le lait des variations parallèles à celles de la nourriture, mais elles sont de faible amplitude ; d'autre part, de grandes

variations dans les aliments sont nécessaires pour avoir de légères modifications dans la sécrétion lactée.

III. — Les variations du potassium (corps éminemment diffusible) sont proportionnelles aux quantités du même élément contenues dans la ration alimentaire.

IV. — Le potassium contenu dans le lait en trop grande quantité pouvant troubler la nutrition du nourrisson, il est nécessaire de surveiller la quantité du potassium contenu dans les produits ⁽¹⁾ destinés à l'alimentation du bétail.

<i>Vu :</i>	LE PRÉSIDENT DE LA THÈSE,
LE DOYEN,	P. MANCEAU.
JEAN LÉPINE.	

Vu et permis d'imprimer

Lyon, le 23 Octobre 1934.

LE RECTEUR, PRÉSIDENT DU CONSEIL DE L'UNIVERSITÉ.
A. LIRONDELLE.

(1) Drèches de betteraves, par exemple.

BIBLIOGRAPHIE

1. ACKERMANN. — Cité d'après Henseval et Mullie. *Revue générale du lait*, 1905.
2. ANDERSEN (A. C.). — Expériences d'alimentation des vaches laitières au Danemark. *Meddelse fra Forsogslaboratoriet Husdyrbrugsafdeling*, 1925, p. 1-39.
3. ANDOUARD et DEZAUNAY (V.). — Influence de la pulpe de diffusion sur le lait de vache. *C. R. A. S.*, 1883, **III C**, p. 809.
4. ANDRÉ (G.) et DEMOUSSY (E.). — La répartition du potassium et du sodium dans les végétaux terrestres. *Bul. Soc. Ch. Biol.*, 1927, **IX**, p. 861.
5. ANDREW (R. L.). — Variations saisonnières mensuelles de la composition moyenne du lait. *New. Zéland. Journ. scienc. techn.*, 1928, **X**, p. 229, 235.
6. AVIRAGNET. — Dangers et inconvénients du lait de vaches nourries de résidus industriels. *Hygiène de la viande et du lait*, 1910, et *Le Bon Lait*, 1910.
7. BABCOCK (C. J.). — L'influence de quelques fourrages succulents sur la saveur et l'odeur du lait. *U. S. Départ. agric. techn. bul.*, juillet 1927, N° 9, p. 6.
8. BAHRDT et EDELSTEIN. — *Zs. F. Kinderheilk*, 1910, **I**, p. 182.
9. BALLAND (A.). — La chimie alimentaire dans l'œuvre de Parmentier. Baillières, Paris, 1902.

10. — Composition chimique et valeur alimentaire des aliments de France et des colonies. Tables d'analyses. *Ann. Scienc. agro. franç. et étrangère*, juillet-août 1922, N° 4.
11. BARTHE (L.) et DUFILHO (E.). — Elimination du sodium et du chlore dans le lait de vache : fraude du lait par addition de sodium. *Ann. falsif. fraudes*, 1927, **XX**, p. 88, 91.
12. — Dosage du chlore et du sodium dans le lait de brebis. *Ann. falsif. fraudes*, 1928, **XXI**, p. 578-579.
13. BEAU (M.). — Nouvelle théorie concernant l'action de la présure sur la caséine du lait. *Le lait*, **XII**, N° 117, p. 618.
14. BECKER (R. B.), ECKLES (C. H.) et PALMER (L. S.). — Effet du défaut de constituants minéraux de l'alimentation de la vache sur le rendement et sur la composition du lait. *Journ. of. Dairy Scienc.*, mars 1927, **X**, N° 2, p. 169-175.
15. BELL et DOISY. — *Journ. Biol. chem.*, 1922, **LII**, p. 211.
16. BELLIER (J.). — Nouvelles méthodes pour l'analyse du lait. *Ann. et Rev. chim. analyt.*, 15 juillet 1905.
17. BERTIN. — Cité in Darniat. *Thèse*, Lyon, 1931.
18. BIETT. — Cité in Darniat. *Thèse*, Lyon, 1931.
19. BINAGHI. — *Giorn. Chem. Ind. applic.*, 1922.
20. BISTROW. — *Virchow's Arch.*, 1869, **XLV**, p. 98.
21. BLAIR. — Dosage alcalimétrique du P dans le fer et dans l'acier. *Analysis. of iron and Steel*.
22. BLANCHETIÈRE (A.). — Variations saisonnières de quelques éléments minéraux du lait. *C. R. Soc. Bio.*, **XCII**, p. 1295, 1925.
23. BODDÉ. — Cité d'après Heenseval et Mullie. *Revue gén. du lait*, 1905.
24. BORDAS (F.) et DE RACZKOWSKI (S.). — Variation de l'acide phosphorique suivant l'âge du lait. *C. R. A. S.*, 4 août 1902, **CXXXV**, p. 302.

25. BORDAS (F.) et TOUPLAIN (F.). — Sur l'analyse du phosphore dans les cendres de lait. *Ann. falsif. et fraudes*, 1911, N° 31, p. 229.
26. BOULAY (A.), LHUERRE (H.) et MITARD (L.). — Sur le passage de la quinine dans le lait maternel. *Bul. Soc. path. exat.*, 14 juin 1928, **XXI**, N° 6, p. 466.
27. BOULEY. — Rapport sur les travaux de Labourdette. *Bul. Ac. Méd.*, 1858-1859, **XXIV**, p. 746, 771 et 779-810.
28. BOUSSINGAULT et LEBEL. — *Ann. chim. et phys.*, 1839.
29. BROQUET. — Cité d'après Henseval et Mullie. *Revue gén. du lait*, 1906.
30. BUCURA. — *Zs. f. exp. Path. u. Therap.*, 1907, **IV**, p. 398.
31. BUNGE. — Cité in Gérard. *Thèse*, Paris, 1912.
32. CANALS. — *Thèse doct.-pharm.*, Montpellier, 1920.
33. CATTELAÏN (E.) et BLIECQ (L.). — Des méthodes actuellement utilisées pour caractériser le mouillage des laits, et en particulier de la constante moléculaire simplifiée. *J. P. C.*, 16 novembre 1928, **VIII** [8°], N° 10, p. 455.
34. CHARMILLON (R.). — Contributions à l'étude chimique des différentes parties de la graine au cours de la maturation et de la germination. Hydratation. Phosphore total et phosphore lipidique. Potassium. *Thèse Doct.-Pharm.*, Lyon, 1933.
35. CHEVALLIER (A.) et BAUDRIMONT (E.). — Dictionnaire des altérations et falsifications des substances alimentaires, médicamenteuses et commerciales avec l'indication des moyens de les reconnaître. Asselin, Paris, 1875.
36. CHEVALIER et HENRY. — *Mémoire sur le lait*, Paris, 1839.
37. CLARENS. — Cité in Manceau. *Thèse pharm. sup.*, Lyon, 1925.
38. CLARK (G. W.). — Les constituants minéraux des aliments. *Journ. Biol. Chem.*, 1925, **LXV**, p. 598.
39. — Synthetic milk as a basis for research. *Journ. of Dairy Scienc.*, 1927, **X**, p. 195.

40. COPEAUX. — *C. R. A. S.*, 1921, **CLXXIII**, p. 658.
41. CORLEY (R. C.) et DENIS (W.). — The determination of calcium in tissues, feces and milk. *Journ. Biol. Chem.*, 1925, **LXVI**, N° 2, p. 601.
42. COUDON et ROUSSEAUX. — *Ann. de la Science agro.*, 1901.
43. CRANFIELD (H. F.), GRIFFITHS (D. G.) et LING (E. R.). — Recherches sur la composition du lait et ses variations en Angleterre. *The Journ. of Agric. Scienc.*, **XVII**, part. I, p. 62.
44. CROC (L.). — Contribution à l'étude de la répartition des éléments minéraux dans le grain de blé. Leur influence sur la nutrition et la panification. *Thèse doct.-pharm.*, Lyon, 1932.
45. CROCHETELLE et STÖCKLIN. — *C. R. A. S.*, 6 juin 1910.
46. DARNIAT (P.). — Recherches sur le passage de l'arsenic dans le lait humain après arsénothérapie. *Thèse doct.-pharm.*, Lyon, 1931.
47. DAVIES (R.) et PROVAN (A. L.). — Relation entre la nourriture des animaux et la composition du lait fourni par eux. *Welsh Journ. Agric.*, 1928, **IV**, p. 114-121.
48. DAVIES (R. O.) et PUGH (A. J.). — L'effet des pâturages d'été sur la composition du lait. *Welsh Journ. Agric.*, 1929, **V**, p. 109-116.
49. DECHAVANNE. — Du passage des substances médicamenteuses et toxiques dans le lait. *Thèse doct.-pharm.*, Lyon, 1909.
50. DENIGE. — *C. R. A. S.*, 1920, **CLXXI**, p. 802.
51. — Détermination quantitative des plus faibles quantités de phosphates dans les produits biologiques par la méthode céruléo-molybdique. *C. R. Soc. Biol.*, mai 1921, p. 875.
52. DENIS (W.), SISSON (W. R.) et ALDRICH (M.). — *Journ. Biol. Chem.*, 1922, **L**, p. 315-321.
53. DENOËL. — *Revue générale du lait*, 1905.
54. DE REUIL. — Cité par Kolda, *Le Lait*, 1926, **VI**, p. 12.
55. DESBARRIÈRES (E.). — Etude sur les laits de Touraine. *Thèse Doct.-Pharm.*, Paris, 1909.

56. DIBBERN (H.) et EICHSTAEDT (A.). — Influence de la
prêle des marais sur le lait et sa matière grasse.
Milchwirtschaftliche Forschungen, janvier 1927,
IV, N^{os} 1-2, p. 84-93.
57. DOLAN. — The effects of some drugs in lactation on nurse
or nursling. *The practitioner*, 1881, **XXVI** et
XXVII.
58. DORLENCOURT (H.) et CALUGAREANU-NANDRIS. — Le fer
dans le lait de femme. Son dosage. Ses variations.
Le Nourrisson, juillet 1929, 17^e année, N^o 4, p. 227.
59. — Recherche sur l'élimination du fer médicamenteux
par la glande mammaire. *C. R. Soc. Bio.*,
1926, **XC**V, 2, p. 1038.
60. DREYFUS-SÉE (G.). — Le passage dans le lait des aliments
ou médicaments absorbés par les nourrices. *Rev.
de Médecine*, avril 1934.
61. DUBOST (P.). — Contribution à l'étude de l'utilisation
par l'organisme de l'acide hexosephosphorique et
de ses sels. *Thèse Doct.-Pharm.*, Lyon, 1928.
62. DUCLAUX (E.). — Le lait. Etudes chimiques et microbio-
logiques, Paris, 1889.
63. DUDLEY (A.), HUSBAND et GODDEN (W.). — Sur le dosage
des chlorures dans le lait. *Biochem. Journ.*, 1927,
XXI, p. 259-261.
64. DUNLOP. — *Journ. Soc. Chem. Ind.*, 1906.
65. EDELSTEIN et CZONKA. — Teneur du lait en fer. *Pharma-
ceut. Journ.*, 1912, p. 353.
66. ELVEHJEM (C. A.). — Note sur le dosage du fer dans
le lait et dans d'autres produits biologiques.
Journ. Biol. Chem., avril 1930, **LXXXVI**, p. 463-
467.
67. ELVEHJEM (C. A.) et HART (E. B.). — Iron in nutrition.
II. Quantitative methods for the determination of
iron in biological materials. *Journ. Biol. Chem.*,
1926, **LXVII**, p. 43-51.

68. ELVEHJEM (C. A.), HERRIN (R. C.) et HART (E. B.). — Iron in nutrition. III. The effects of diet on the iron content of milk. *Journ. Biol. Chem.*, janvier 1927, **LXXI**.
69. EMANUEL (W.). — L'existence de nicotine dans le lait de femme après consommation de quelques cigarettes. *Siècle Médical*, 15 novembre 1932.
70. ENGEL. — *Chem. Zeit.*, 1905.
71. ERF (O.). — La valeur des substances minérales dans le régime alimentaire des vaches laitières. *Cong. internat. Laiterie*, 1923.
72. FEHLING. — *Arch. f. Gynaekol.*, **XXVII**.
73. — Cité par Schling. *Journ. Méd. prat.*, 1891.
74. FINGERLING. — *Bioch. Zs.*, **XXXIX**, p. 239.
75. FINKENER. — Cité in Manceau. *Thèse Pharm. Sup.*, Lyon, 1925.
76. FISKE (C.-H.) et SUBBAROW (Y.). — The colorimetric determination of phosphorous. *Journ. Biol. Chem.*, 1925, **LXVI**, n° 2, p. 375.
77. FLAMINI. — *Rev. Maladies de l'Enfance*, 1902.
78. FLEISSCHMANN. — Cité in Thorpe, *Dict. of app. chem.*, **IV**, p. 369.
79. FONTÈS (G.) et THIVOLLE (L.). — La molybdomangonimétrie et ses applications, 2^e partie. Microdosage du fer. Application au dosage du fer dans le sang. *Bull. Soc. Chim. Biol.*, 1923, **V**, p. 325.
80. FORBES (E.-B.). — Station expérimentale de l'Ohio (U. S. A.).
81. FORBES (E.-B.). — Une preuve de l'insuffisance des éléments nutritifs minéraux dans le régime alimentaire des vaches laitières. *Congr. internat. Laiterie*, 1923.
82. FOX (F.) et GARDNER (J.). — La teneur en stérols du lait de vache. *Biochem. Journ.*, 1923, **XVII**, p. 94.
83. FRANK (N.). — *Chem. Zeitschr.*, 1910, **XXXIV**, p. 978.
84. FRITZMANN. — *Zs. f. æff. Chem.*, 1897, p. 610.

85. FUCHS. — Cité par Henseval et Mullie. *Revue Générale du Lait*, 1905.
86. FULMER. — *Journ. of Americ. Chem. Soc.*, 1902.
87. GARDNER (J.-A.) et WILLIAMS (M.). — Etude critique des méthodes de dosage de la cholestérine et des substances associées. *Biochem. Journ.*, 1921, **XV**, p. 363-375.
88. GÉRARD (P.). — *Thèse*, Paris, 1912, p. 155.
89. GILCHRIST. — Variations in the composition of milk and their probables causes. *Durham Co. Coun. Educ. Com. Reports Dairy Investig. Offerton Hall*, 1909, p. 727.
90. GIORDANI. — *Rev. Maladies de l'Enfance*, 1902.
91. GIRARD (C.), L'HOTE et MAGNIER DE LA SOURCE. — *Monit. Scientif. Dr. Quesneville*, 1891, p. 5 et 120.
92. GIULANI. — *Instit. Zootechnic. R. Scuola Sup. Agricolt. Milano*, 1915.
93. GOLDING et PAINE. — *The Analyst*, 1910, **XXXV**, p. 246.
94. GREGERSEN. — Cité in Morel, *Précis de technique chimique*, Doin, Paris, 1907.
95. GRIFFON (H.). — Contribution à l'étude du microdosage du potassium. Applications biochimiques. *Thèse Pharm. Sup.*, Lyon, 1928.
96. GRIGAUT. — Cycle de la cholestérinémie. *Thèse*, Paris, 1913.
97. GRIGAUT. — Méthode pour séparer et doser la cholestérine. *Soc. Biol.*, juin-juillet, 1912.
98. GUICHARD. — Le bassin laitier de Paris. *Ann. Falsif. Fraudes*, 1912, n° 50, p. 555.
99. GUIGUES (P.). — L'alimentation au Liban. *Le Leben. Le Lait*, **X**, n° 82, p. 125.
100. HART (E.-B.), STEENBOCK (H.) et HOPPERT (C.-A.). — *Journ. Biol. Chem.*, 1922, **LIII**, p. 21-30.
101. HEDENAIM, MAUERMAN et MOLINARI. — *J. P. C.*, **XXX**, [5°], p. 43.

102. HENRIQUÈS (V.) et HANSEN (C.). — Undersogelser over Fedtdannelsen i Organismen ved intensiv Fedtfodring. *44^e Rapp. Labo. Agric.*, Copenhagen, 1899.
103. HENRIQUÈS (V.) et ROCHE. — La teneur en fer du lait peut-elle augmenter sous l'influence d'injection ou d'ingestion de sels de fer ? *Bull. Soc. Chim. Bio.*, 7 mai 1929, **XI**, p. 679.
104. HENSEVAL et MULLIÉ. — *Revue générale du Lait*, 1905.
105. HERPES. — Untersuchungen ueber den Eisengehalt der Milch. *Thèse*, Hanover, 1914.
106. HESS (A.-F.) et HOLMAN (F.D.). — Teneur en phosphatides du lait de femme. *Journ. Biol. Chem.*, 1925, **LXIV**, p. 786.
107. HIRTH. .. *C. R. Soc. Biol.*, 1923, **LXXV**, p. 460.
108. HUNAEUS. — Sur la teneur en calcium du lait de femme. *Bioch. Zeitschr.*, 1909, **XXII**, p. 442-452.
109. IVERSEN. — Dosage de phosphore dans de petites quantités de sang et plasma. *P. Biochem. Zeitschr.*, 1920.
110. IVERSEN. — Partages des phosphates entre les corpuscules sanguins et le plasma *in vivo* et *in vitro*. *P. Biochem. Zeitscher*, 1921.
111. JENSEN (O.). — *Annuaire agric. de la Suisse*, 1905.
112. JORDAN. — *Americ. Journ. Physiol.*, **XVI**, p. 268.
113. JORDAN et JENTER. — *N. Y. Agric. experiment Stat.*, 1897.
114. KAHANE (E.) et DUMONT (M. R.). — Dosage du chlore dans les substances biologiques. *Bull. Soc. Chim. Bio.*, novembre 1933, **XV**, n° 9, p. 1247-1255.
115. KLING (A.) et LASSIEUR (A.). — La détermination de l'acide phosphorique des laits et son application à la recherche du mouillage. *Ann. falsif. fraudes*, 1923, n° 174, p. 141.
116. KOCH (B.). — Untersuchungen uber den Einfluss des aufgenommenen Wassers auf die Milchsekretion der Rindes. *J. Landw.*, 1901, **XLIX**, p. 61-88.

117. KOESTLER (G.). — Relation entre la teneur en chaux du fourrage et la teneur en chaux ainsi que la coagulabilité du lait par la présure. *Schweitz. Milchzeit*, 1927, n° 78.
118. KOLDA (J.). — Du passage des substances médicamenteuses dans le lait. *Le Lait*, 1926, **VI**, n° 51, p. 12.
119. KRAMER et TISDALL. — *Journ. Biol. Chem.*, 1921 **XLVIII**, p. 223.
120. KUNKEL. — *Toxikologie*, **I**, p. 72, 1898.
121. LABBÉ (H.) et PÉPIN (R.). — *A. F. A. S.*, 1907.
122. LABOURDETTE. — Cité in Darniat, *Thèse*, Lyon, 1931.
123. LAJOUX. — *J. P. C.*, 16 juin 1905.
124. LAMI. — *C. R. A. S.*, 1879.
125. LAUDAT. — Cité in Fiessinger, *Les Diagnostics Biologiques*, Paris, 1929.
126. LAUDAT. — Etudes analytiques des lipoides et matières grasses du sérum sanguin. *Thèse*, Paris, 1913.
127. LAUDER (A.) et FAGAN (T.-W.). — On the effects of heavy root feeding on the yield and composition of milk. *Edimb. and East of scott. Col. Agric. Rp*, n° 26, p. 56.
128. LAVALARD (E.). — *Rapport général sur les expériences d'alimentation faites dans les corps de troupe*. Minist. Guerre. Commiss. mixte des Remontes, Paris, 1890. Maulde, édit.
129. LAXA (O.). — Du choix convenable du fourrage pour le bétail laitier. *Publication de l'Institut lactologique de l'Ecole polytechnique à Prague*, 1926.
129. LAXA (O.). — Les phosphatides de la glande mammaire, précurseurs de la matière grasse du lait. *Milchwirtschaftliches Zentralblatt*, 1913, **XLII**, p. 633-691.
130. LAXA (O.). — La composition des cendres du lait de femme. *Le Lait*, **VII**, n° 67, p. 617.
131. LAXA (O.). — *Le Lait*, 1922, **II**, p. 428.
132. LEBRETON. — Cité in Darniat, *Thèse*, Lyon, 1931.

133. LEMARCHANDS. — Recherches sur les phénomènes d'en-
trainement. *Thèse Doct. Scienc.*, Lyon, 1926.
134. LENSTRUP (E.). — Teneur en phosphore du lait. *Journ.
Biol. Chem.*, 1926, **LXX**, p. 201.
135. LEPRINCE (M.) et LECOQ (R.). — *Guide pratique d'analy-
ses alimentaires et d'expertises chimiques usuelles.*
Vigot, Paris, 1930.
136. LEROY (A.-D.). — Ce que doit savoir un bon contrôleur
laitier et beurrier. *Le lait*, 1925, **V**, n° 42, p. 126.
137. LESNÉ (E.), CLÉMENT (R.) et ZIZINE (P.). — Sur la teneur
en fer du lait de femme et du lait de certains mam-
mifères (ânesse, chèvre, vache). *Le Lait*, **XI**, n° 104,
p. 355.
138. LEULIER (A.). — *Bull. Soc. Pharm.*, Lyon, novembre
1922.
139. LEULIER (A.), VELLUZ (L.) et GRIFFON (H.). — Sur le mi-
crodosage du potassium dans les milieux biologi-
ques. *Bull. Soc. Chim. Bio.*, 1928, **X**, p. 1238.
140. — Sur le micro-dosage du potassium sous forme de
cobaltinitrite. *Bull. Soc. Chim. Bio.*, 1928, **X**,
p. 891.
141. LEWALD. — *Untersuchungen ueber den Uebergang von
Arzneimitteln in die Milch.* Breslau, 1857.
142. LIEBREICH. — Cité d'après Nothnagel et Rossbach, *Arze-
neimittlehre*, 1894.
143. LIEBSCHER (W.). — L'influence de l'addition d'un mé-
lange de sels minéraux à la nourriture des bestiaux
sur la quantité et la composition du lait. *Landw.
Vers. Stat.*, 1929, **CIX**, p. 347-632.
144. LINDAHL (A.) et HERHOT-PETERSON (C.). — La composi-
tion des cendres de lait. *Milchwirtsch. Forsch.*,
20 mai 1930, **X**, n° 1-2, p. 128-131
145. LORENZ et PLUCKER. — Cité in Manceau, *Thèse*, Lyon,
1925.
146. LOUÏSE et MOUTIER. — *C. R. Soc. Bio.*, 1906.
147. LYMAN (H.). — *Journ. Biol. Chem.*, 1917, **XXIX**, p. 176.
148. MACHEBOEUF. — Méthode permettant le dosage exact du
phosphore dans de petites quantités de sang. *Bull.
Soc. Chim. Bio.*, 1926, **VIII**, p. 464.

149. MALPEAUX. — *Mém. Soc. Aliment. rationnelle du Bétail*, 1909.
150. MALPEAUX et DOREZ. — *Ann. Agro.*, 1901¹.
151. MANCEAU (P.). — Contribution à l'étude de l'anesthésie générale (Variations de l'adrénaline, de la cholestérine et des lécithines dans les organes et dans le sang du cobaye sous l'influence des anesthésiques généraux). *Thèse Pharm. Sup.*, Lyon, 1925.
152. MANCEAU (E.) et ZIZINE. — *J. P. C.*, 1^{er} février 1924.
153. MANGET et MARION. — Cité in Rothéa, *Fraudes Alimentaires*, Doin, Paris, 1900.
154. MARCHAND. — Cité in Rothéa.
155. MILLER (R.-C.). — Assimilation du calcium et du phosphore par les vaches laitières. *Journ. Dairy Scienc.*, janvier 1926, **IX**, n° 1, p. 78-91.
156. MISSON (C.). — Dosage colorimétrique du phosphore dans les fontes Bessemer et Thomas. *Bull. Soc. Chim. Belgic.*, 1907.
157. MONVOISIN (A.). — *Le lait et les produits dérivés*. Vigot, Paris, 1925.
158. MORAT et DOYON. — Cités in Darniat, *Thèse*, Lyon, 1931.
159. MOREAU (B.). — Recherches sur le dosage du fer dans le sang et sur la teneur en fer du sang du nouveau-né. *Thèse*, Lyon, 1901.
- 159 bis. MOREL (A.). — Précis de technique clinique.
160. MOSSLINGER. — Ber. ueber. d. VII Versammlung. Bayer. chem. i. Speyer, 1888.
161. MOURIQUAND (G.). — L'alimentation de l'enfant et les maladies d'origine alimentaire. *C. R. 1^{er} Congr. nat. œuvres off. Sauvetage de l'Enfance*, Lyon, 2, 3, 4 et 5 juin 1927.
162. MOUSSERON. — *Thèse Doct. Pharm.*, Montpellier, 1927.
163. MUNCHBERG (F.). — Dosage du chlore et du sucre dans de petites quantités de lait. *Milchwirtsch. Zentralbl*, mai, **LIX**, n° 10, p. 161-163.
164. NESENI (R.). — Dosage du chlore dans le lait. *Zeit. Fleisch. Smilchyg*, 1^{er} juillet 1928, p. 343.
165. NEUMANN. — *Milchzeitung*, **XXII**, p. 141.

166. NEUMANN. — Minéralisation avant le dosage des lipoides phosphorés. *Arch. fur Physiol.*, 1907, p. 208.
167. NICLOUX. — *Bull. Muséum*, 1899.
168. NICLOUX. — *C. R. Soc. Bio.*, 1908.
169. NORRIS (J.-H.) et AMPT (G.). — Dosage des chlorures dans le sang. *Biochem. Journ.*, 1933, **XXVII**, p. 321-325.
170. NOTTBOHL et DOERR. — *Zs. f. Nahrungs u. Genussmittel*, **XXVII**, p. 417, 1914.
171. OLOW (J.). — Sur le passage de l'alcool éthylique dans le lait de femme. *Biochem. Zeit.*, 1923, **CXXXIV**, p. 553-558.
172. OUDET (R.). — Contribution à l'étude de la composition chimique des laits de la race montbéliarde et de l'alimentation en lait de la Ville de Besançon. *Thèse Doct. Pharm.*, Lyon, 1929.
173. PAGÈS (C.). — Physiologie de la matière minérale du lait. *Thèse*, Paris, 1894.
174. PARMENTIER (A.) et DEYEUX (N.). — Mémoire sur la question suivante proposée par la Société Royale de Médecine : déterminer, par l'examen comparé des propriétés physiques et chimiques, la nature des laits de femme, de vache, de chèvre, d'ânesse, de brebis et de jument. *Hist. Soc. Royale de Méd.*, 1790, **IX**, et *Feuille du Cultivateur*, 1790.
175. PARMENTIER (A.) et DEYEUX (N.). — *Précis d'expériences et observations sur les différentes espèces de lait considérées dans leurs rapports avec la chimie, la médecine et l'économie rurale*. Levrault, Strasbourg, an VII de la République.
176. PÉLIGOT. — Cité in Darniat, *Thèse*, Lyon, 1931.
177. PELLERIN (G.). — *Guide pratique de l'expert chimiste en denrées alimentaires*. Maloine, Paris, 1928.
178. PEMBERTON. — *J. P. C.*, **XVIII** [2°], p. 184.
179. PENA (A.). — Dosage colométrique des phosphates dans le lait. *Le Lait*, **XI**, n° 109, p. 942.

180. PORCHER (C.). — L'infection latente de la mamelle et ses réveils, les moyens de la dépister. *Le Lait*, **XII**, n° 117, p. 699-700.
181. PORCHER (C.). — La méthode synthétique dans l'étude du lait. Le lait au point de vue colloïdal. Recherches sur le mécanisme de l'action de la présure. *Le Lait*, **IX**, n° 85, p. 449 et suiv.
182. PORCHER (C.). — La sécrétion lactée. *Traité de physio. norm. et patho.*, publ. sous la direc. de G.-H. Roger, **XI**, p. 293-388.
183. PORCHER (C.). — La polylactie. *Ann. falsif. fraudes*, 1917, n° 105-106, p. 304.
184. PORCHER (C.). — Le procès de la matière grasse du lait. *Le Lait*, 1925, **V**, n° 41, p. 1 et suiv.
185. PORCHER (C.). — Le lait au point de vue colloïdal. *Bull. Soc. Chim. Bio.*, 1926, **VIII**, p. 997.
186. PORCHER (C.). — La quasi-fixité de l'extrait dégraissé du lait chez un animal pendant plusieurs mois consécutifs. *Ann. falsif. fraudes*, 1920, **XIII**, p. 78-85.
187. PORCHER (C.). — La « constitution » du lait. Les composants chimiques dans leurs rapports avec les données physico-chimiques. *Bull. Soc. Chim. Bio.*, 1923, **V**, p. 270.
188. PORCHER (C.) et CHEVALLIER (A.). — La répartition des substances salines et les éléments minéraux dans le lait. *C. R. A. S.*, 1921, **CLXXII**, n° 25, p. 1605.
189. POSTERNAK (S.). — Dosage du phosphore. *Bull. Soc. Chim.*, 1920, **XXVII**, p. 507-518 et 564-568.
190. RAGSDALE (A.-C.) et TURNER (C.-W.). — *Journ. Dairy Scienc.*, 1922, **V**, p. 544-553.
191. RAQUET (D.) et KERLÉVÉO (A.). — Dosage des chlorures dans le lait. *Ann. falsif. fraudes*, 1927, **XX**, p. 580-583.
192. RASZNYAK (G.) et KELLNER (D.). — Dosage des chlorures dans les organes et les aliments. *Biochem. Zs.*, 133, p. 350.

193. RAUSCHNING (S.). — Dosage du calcium dans le lait. I. Dosage dans le sérum à l'acide trichloracétique. *Milchwirtsch. Forsch.*, 1932, **XII**, n° 6, p. 482-483.
194. REMINGTON (R.-E.) et SUPPLEE (G.-C.). — Recherches sur la teneur en iode du lait. II. Variations qui se manifestent dans les mélanges de lait provenant de divers troupeaux. *Journ. Dairy Scienc.*, 1934, **XVII**, p. 19-29.
195. RENAULT (J.) et ROLANTS (E.). — L'alimentation des enfants par le lait de vaches nourries avec les pulpes de betteraves. *Rev. Hygiène*, 1923, **XLV**, p. 216.
196. REVEIL. — Cité in Darniat, *Thèse*, Lyon, 1931.
197. RICHARD (F.). — Analyse du lait condensé sucré. *Le Lait*, 1927, **VII**, n° 67, p. 639.
198. RIVASSEAU (D.). — Influence de l'alimentation sur la composition et sur la valeur hygiénique du lait. *Thèse Doct. Vét.*, Toulouse, 1927.
199. RODILLON (G.). — Au sujet du dosage des chlorures dans le lait. *Ann. falsif. fraudes*, 1928, n° 240, p. 576-578.
200. ROTHÉA (F.). — *Comment dépister rapidement les fraudes alimentaires*. Doin, Paris, 1910.
201. ROTHWELL (C.-S.). — Précipitation directe du calcium du lait humain. *Journ. Biol. Chem.*, **LXXV**, p. 23, octobre 1927.
202. SABATIE (M.). — Les Laits de Moselle. *Ann. falsif. fraudes*, 1925, n° 193, p. 206.
203. SANDERS (G.-P.). — Le dosage du calcium, du magnésium, du phosphore soluble dans les acides du lait par l'acide trichloracétique. *Journ. Biol. Chem.*, mars 1931, **XC**, n° 3, p. 747.
204. SANSON. — *C. R. Soc. Bio.*, 1894, p. 154.
205. SCHLING. — De l'influence sur le nourrisson du lait de la mère lorsque celle-ci est en traitement. *Journ. Méd. pratiq.*, 1891.

206. SCHRODT. — *Jahresber d. milchw versuchstation zu Kiel*, 1884-1885, p. 8.
207. SCHRODT et HANSEN. — Cendres du lait de vache. *Landw versuchstat.*
208. SCHUTTE-BRUNINGHAUS. — *Molk. Ztg.*, 1903, p. 601.
209. SEELMANN (M.). — Sur des cas d'empoisonnement des vaches par les prêles. *Molk Ztg.* (Hildesheim), n° 63, juin 1925.
210. SIGALAS et DUPOUY. — Congr. Internat. Méd., 1900.
211. SMITH (G.-F.). — Dosage du potassium. Communic. privée. Citée in *Ann. Chim. Analyt.*, 1926 [2°], **VIII**, p. 2.
212. SMITH (G.-F.) et ROSS (J.-F.). — Dosage du potassium. *Journ. Americ. Chem. Soc.*, 1926, **XLVII**, p. 762.
213. SOLDERS. — Cité in *Dict. Richet*, **IX**, p. 811.
214. SOLDNER. — Die Salze der Milch und ihre Beziehungen zu dem Verhalten der Caseins. *Landw. Versuchstat.*, 1888, n° 35, p. 351.
215. STEIN. — *Tidskrift for Landökonomi*, 1894.
216. STUMPF. — Modifications éprouvées par le lait sous l'influence de certains médicaments. *Rev. hebd. therap.*, 1882.
217. SUPPLEE (G.-C.). — Variations saisonnières de certains constituants inorganiques du lait sec produit dans les états de New-York et de Wisconsin. *Journ. Dairy Scienc.*, novembre 1930, **XIII**, n° 6, p. 522-527.
218. SUPPLEE (G.-C.) et DOW (O.-D.). — The antirachitic and calcifying properties of summer - and winter - produced dry Milk, irradiated and non-irradiated. *Journ. Biol. Chem.*, 1927, **LXXIII**, n° 2, p. 617.
219. SWAWING. — *Rev. Générale du Lait*, 1911.
220. SWEDIAM. — Cité in Darniat. *Thèse*, Lyon, 1931.
221. SZILASY. — *Rep. Analyt. Chem.*, p. 436.
222. TELFER (S. V.). — *Biochem. Journ.*, 1924, **XVIII**, p. 809-813.
223. THORPE. — *The analyst*, 1898.

224. TORNHILL. — Cité in Schling, *Journ. Méd. prat.*, 1891.
225. TREADWELL. — *Manuel de Chimie analytique*, II.
226. TRUNINGER. — Sur la fumure et l'affouragement. *Schweiz. Milchztg.*, 1927, n° 24.
227. TURNER (W.A.) et HARTMANN (A.M.). — Le métabolisme du calcium et du phosphore des vaches laitières. La ration adéquate pour vaches à rendement élevé et l'effet de l'exercice sur les balances du calcium, du phosphore et des constituants azotés. *Journ. Nutrition*, mai 1929, I, n° 5, p. 445-454.
228. TURNER, SCHAW, NORTON et WRIGHT. — *Journ. Agric. research*, 1916.
229. UFFELMANN. — Cité in Henseval et Mullie. *Revue Générale du Lait*, 1905.
230. VAN ENGELN et WAUTERS (P.). — Contribution à l'étude du lait de vache. *Bull. Agric.*, Bruxelles, 1877.
231. VAN ITALLIE (M.-B.). — Der Uebergang von Arzneimitteln in die Milch. *Apotheker Ztg.*, XIX, p. 446, 1904.
232. VANLERBERGHE (R.-T.). — Contribution à l'étude de l'utilisation rationnelle des pulpes de betterave. *Thèse Doct. Vét.*, Alfort, 1931.
233. VAN SLYKE (L.-L.) et BOSWORTH (A.-W.). — Conditions of casein and salts in milk. *Journ. Biol. Chem.*, 1915, XX, p. 135.
234. VAN SLYKE (L.-L.) et BOSWORTH (A.-W.). — Chemical changes in the souring of milk. N. Y. Agr. Exp. Stat. *Bull. Techn.*, janvier 1916, n° 48.
235. VAUDIN (L.). — Sur la richesse du lait en éléments minéraux et en phosphates terreux. *Ann. Inst. Pasteur*, juin 1897, p. 542.
236. VIGNES (H.). — Soc. Obstétric. et Gynéco., Paris, 11 novembre 1912.
237. VILLIERS et BORG. — Dosage par pesées du phosphore des lécithines. *C. R. A. S.*, 1893, CXVI, p. 990.
238. VILLIERS (A.), COLLIN (E.) et FAYOLLE (M.). — *Traité des falsifications et altérations des substances alimentaires. Aliments lactés et aliments gras. Aliments sucrés*. Doin, Paris, 1911.

239. VINCEY. — *Rev. Scient.*, 2 octobre 1897.
240. VIVIER (A.). — Influence des feuilles de betteraves sur la production et la composition du lait. *Ann. falsif. fraudes*, 1911, n° 38, p. 638.
241. VLADESCO (R.). — Adaptation de la méthode de Copaux au dosage de l'acide phosphorique du lait et ses applications. *C. R. Soc. Biol.*, 1927, **I**, p. 1025.
242. WEILL (L.). — Contribution à l'étude des anémies d'origine alimentaire de l'enfant. Etude clinique et expérimentale. *Thèse Doct. Méd.*, Lyon, 1930.
243. WEISER (E.). — Récents travaux de la Section royale hongroise de Biologie et d'alimentation animale de Buda-Pest. *Bull. mens. Rens. agro. et Malad. des Plantes*. Inst. internat. agric., 1914, **V**, fascicule 4, p. 489.
244. WINTER (J.). — *C. R. A. S.*, 11 novembre 1895.
245. WOLFF (R.) et TRAIN (M.). — Sur le microdosage du magnésium dans les tissus animaux. *C. R. Soc. Bio.*, 1932 [18°], **CX**, p. 177.
246. Woy. — Cité in Treadwoell, *Manuel de Chimie analytique*.
247. YOE (J.-H.). — Emploi de l'acide perchlorique comme réactif analytique. Notre sur la méthode Smith-Ross pour le dosage du potassium. *Ann. Chim. analyt.*, 1926, [2°], **VIII**, p. 1.
248. ZARIBNICKY (F.). — Les méthodes de dosage titrimétrique du chlore dans le lait. *Milchwirtschaftliches Zentralblatt*, février 1924, **LIII**, n° 2, p. 13-17.
249. ZAYROWSKI (J.). — De l'influence du calcium et de l'acide phosphorique sur le lait. *Biochem. Zts.*, 1926, **CLXIX**, p. 67-76.
250. ZBINDEN (C.). — Les infiniments petits chimiques du lait et leur détection par la méthode spectrographique. *Le Lait*, **XI**, n° 102, p. 113.
251. ZUCKMAYER. — *Pfluegers Arch.*, 1914, **CLVIII**, p. 209.

TABLE DES MATIERES

AVANT-PROPOS	7
INTRODUCTION	11

PREMIERE PARTIE

<i>Chapitre premier.</i> — Historique.....	17
<i>Chapitre II.</i> — Choix des méthodes de dosage.....	41

DEUXIEME PARTIE

RECHERCHES PERSONNELLES	57
<i>Chapitre premier.</i> — Analyse de la nourriture.....	59
Lait de l'école d'agriculture de Cibeins.....	71
Laits de la Drôme.....	75
Laits de mélange fournis à l'Ecole de Santé.....	76
Laits préparés	77
<i>Chapitre II.</i> — A. Comparaison avec le lait de femme....	79
B. Interprétation et discussion des résultats.....	80
CONCLUSIONS	85
BIBLIOGRAPHIE	87



BOSC FRÈRES, M. & L. RIOU

oo oo IMPRIMEURS-ÉDITEURS oo oo

oo 42, QUAI GAILLETON, 42 oo

oo oo oo LYON oo oo oo oo



